



## CONGRESO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROPECUARIA

Segunda edición 2019

“II Congreso Nacional de Ciencias Agropecuarias del TecNM-Roque”

Publicado por la Sociedad Mexicana de Ciencia y Tecnología Agropecuaria A.C

Lázaro Cárdenas 11, Roque, Guanajuato, C.P. 38110

Publicado en formato digital

### **Editores**

Dr. Francisco Cervantes Ortiz

Ing. Leticia Rodríguez Zárate

### **Comité Editorial**

Dr. Francisco Cervantes Ortiz

Ing. Leticia Rodríguez Zárate

Dr. Hugo Cesar Cisneros López

Dr. Enrique Andrio Enríquez

Dr. Daniel Rodríguez Mercado

Dr. Gilberto Rodríguez Pérez

Dr. Ricardo Yañez López

## **Revisores**

Dr. Francisco Cervantes Ortiz  
Ing. Leticia Rodríguez Zárate  
Dr. Gilberto Rodríguez Pérez  
Dr. Enrique Andrio Enríquez  
Dr. Daniel Rodríguez Mercado  
M.C. Francisco Chablé Moreno  
Dr. J. Guadalupe García Rodríguez  
Dr. Ricardo Yañez López  
Dr. Hugo Cesar Cisneros López

## **Comité organizador**

Dr. Francisco Cervantes Ortiz  
Dr. Hugo Cesar Cisneros López  
Dr. Enrique Andrio Enríquez  
Dr. Daniel Rodríguez Mercado  
M.C. Francisco Chablé Moreno  
Ing. Leticia Rodríguez Zárate  
Dr. J. Guadalupe García Rodríguez  
Dr. Ricardo Yañez López  
Dr. Luis Patricio Guevara Acevedo  
Dr. Gilberto Rodríguez Pérez  
Lic. Wendy Mondragón Moreno  
MC. Elisa Franco Vadillo  
Lic. Alejandro Guzmán Zazueta  
Dr. Jesús Frías Pizano  
Ing. Lorenzo Licea Rojas  
MVZ. Gustavo Calderón González  
Lic. María Eugenia Gallardo Rodríguez  
MC. César Aguilar Pérez  
Ing. R. Carlos Bautista Ruiz  
MC. Davino Pérez Mendoza  
Ing. Berenice Rivera Cortez  
Ing. Yenisey Buso Rios  
Dra. María Guadalupe Figueroa Rivera  
MVZ. Francisco Ponce De León  
Ing. Sol Yalin Cervantes  
Ing. Manuel Ortega González  
MC. Mabel Reyes Fuentes  
MC. J. Guadalupe Villegas García  
Enelda Lara Lozoya  
Deniss Marisol Rodríguez Muñoz

## Contenido

### Resumen corto

- V. Manuel Montoya-Jasso; V. Manuel Ordaz-Chaparro; Alejandrina Ruiz-Bello; G. Sergio Benedicto-Valdés; J. Manuel Arreola-Tostado. **CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE SUSTRATOS ENRIQUECIDOS CON MINERALES Y COMPOSTA** 16
- V. Manuel Montoya-Jasso; V. Manuel Ordaz-Chaparro; Alejandrina Ruiz-Bello; G. Sergio Benedicto-Valdés; J. Manuel Arreola-Tostado. **EVALUACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN DE SUSTRATOS MEDIANTE EL FLUJO DE C-CO<sub>2</sub> BAJO FERTILIZACIÓN NITROGENADA** 17
- Peñuelas-Rubio Ofelda; Argentel-Martínez Leandris; Garatuza-Payán Jaime; Yopez-González Enrico; Fierro-Coronado Alicia. **CALENTAMIENTO EXPERIMENTAL EN TRIGO Y SU EFECTO EN LA PRESENCIA DE LA MICORRIZA ARBUSCULAR** 18
- Pecina, B. A; Pecina, Q.V; Yañez, L. R; Quijano, C. J. A; Bújanos, M. R. **RESPUESTA DE LÍNEAS A, B Y R DE SORGO A DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA Y CALIDAD DE SEMILLA EN EL BAJÍO** 19
- Daniel Ávila-Martínez; Mariano Mendoza-Elos; Luis Patricio Guevara-Acevedo; Gilberto Rodríguez-Pérez; Francisco Cervantes-Ortiz. **RESPUESTA DE LÍNEAS AVANZADAS DE MAÍZ AL ATAQUE Y ESTABLECIMIENTO DE GUSANO COGOLLERO** 20
- Leandris Argentel-Martínez; Jaime Garatuza-Payán; Enrico A. Yépez; Tulio Arredondo; Ofelda Peñuelas-Rubio. **CALENTAMIENTO EXPERIMENTAL EN TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA: SIMULACIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO** 21
- Noriega-Román Luis Felipe; González-Cuevas María Concepción; Servín Gómez Israel. **GUÍA PARA LA RECERTIFICACIÓN PRIMUS GFS PARA UNA MICROEMPRESA DE PRODUCCIÓN RURAL EN PIMIENTO MORRÓN VARIEDAD DULCE (*Capsicum annuum*) BAJO AGRICULTURA PROTEGIDA** 22
- Leticia Rodríguez-Zárate; Jacqueline Sierra-Celedon; Miguel Angel Noriega Carmona; Francisco Cervantes-Ortiz; Alfredo Josué Gámez Vazquez; J. Guadalupe García-Rodríguez; Gilberto Rodríguez-Pérez; Ricardo Yañez-López. **CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN SEMILLA DE JICAMA (*Pachyrhizus erosus*)** 23
- Piña-Hurtado Carlos; Mendoza-Elos Mariano; Frías-Pizano Jesús; Alfredo Josué Gámez-Vázquez; García-Rodríguez J. Guadalupe; Cervantes-Ortiz Francisco. **COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) ESTABLECIDOS EN AGRICULTURA BIODINÁMICA** 24
- Paola Gallardo Rodríguez; María Eugenia Gallardo Rodríguez; José Mayolo Juárez Goiz; Francisco Cervantes Ortiz; Claudia Marilu Fuentes Gallardo. **GEL RELAJANTE PARA PIERNAS BAQIA (CON 3 PRINCIPIOS ACTIVOS)** 25

- Jacqueline Sierra-Celedon; Leticia Rodríguez-Zárata; Miguel Angel Noriega-Carmona; Francisco Cervantes-Ortiz; J. Guadalupe García-Rodríguez. **VIABILIDAD A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE TETRAZOLIO EN SEMILLA DE JÍCAMA (*Pachyrhizus erosus*)** 26
- Andrea E. Sánchez-Pérez; Martha J. Navarro-León; Juan A. Valadez-Vargas; Juan C. Raya-Pérez; Luis Pérez-Moreno; Cesar L. Aguirre-Mancilla; Juan G. Ramírez-Pimentel. **CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y BIOQUÍMICA DE UNA CEPA *Bacillus aryabhatai* EN FOLLAJE DE AJO** 27
- Efigenia Jiménez Arredondo; Blanca E. Banda Galván; José J. Patiño Gutiérrez. **HISTORIA DE LA PROPAGANDA Y PUBLICIDAD EN EL MERCADO DE LOS COSMÉTICOS** 28
- Pablo Wilfredo Duran-Torres. **OPTIMIZACIÓN DEL USO Y MANTENIMIENTO PARA EL PROCESO EFICIENTE DE LA PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ROQUE** 29
- Jesus E. Patiño-Mancera; Francisco Moreno-Chable. **REVISIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PAPAYA MARADOL A CAMPO ABIERTO** 30
- Esteban Morales-Rico; Mariano Mendoza-Elos; J. Guadalupe García-Rodríguez; Francisco Cervantes-Ortiz; Enrique Andrio-Enriquez; J. Guadalupe Gomez-Martinez; L. Regina Oro Martinez; P. Noemi Urbina Palacios. **CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE 71 VARIEDADES DE MAÍZ CON 10 CICLOS DE EVALUACIÓN EN EL BAJIO** 31
- Jessica W. Rodríguez-Lara; Francisco Cervantes-Ortiz; Gerónimo Arámbula-Villa; Luis A. Mariscal-Amaro; César L. Aguirre-Mancilla; Enrique Andrio-Enriquez. **EXTRACTO DE LIRIO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*) SOBRE VARIABLES AGRONÓMICAS DE GARBANZO** 32
- Sarahyt Santamaría Gonzalez-Figueroa; Oscar Arath Grageda-Cabrera; María del Carmen Hernandez-Bocanegra; David Hernández-López; Sarahí Figueroa-Pérez; Rebeca Melesio-López; Aurelio Baez-Perez. **EVALUACIÓN DE HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES (HMA) PRESENTES EN UN CONSORCIO DE ALTA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA** 33
- María del Carmen Hernández-Bocanegra; Oscar Arath Grageda-Cabrera; Sarahyt Santamaría Gonzalez-Figueroa; David Hernández-López; Sarahí Figueroa-Pérez; Rebeca Melesio-López. **IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HVA) PRESENTES EN UN CONSORCIO CON ALTA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA** 34
- Oscar Arath Grageda-Cabrera; Sarahyt Santamaría Gonzalez-Figueroa; María del Carmen Hernandez-Bocanegra; Sarahí Figueroa-Pérez; José Antonio Ramírez-Ramírez; Aurelio Báez-Pérez. **EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE CONSORCIOS DE HONGOS VESÍCULO ARBUSCULARES (HVA) EN EL CULTIVO DE TRIGO** 35
- Sarahí Figueroa-Pérez; Oscar Arath Grageda-Cabrera; Sarahyt Gonzalez-Figueroa; José Antonio Ramírez-Ramírez; Rosa María Ceballos-Noriega; Francisco Cervantes-Ortiz. **RESPUESTA DEL JITOMATE “PINK LOVE APPLE” A LA INOCULACIÓN CON HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA)** 36

Rosa María Ceballos-Noriega; Rebeca Melesio-López; Oscar Arath Grageda-Cabrera; Sarahyt Gonzalez-Figueroa; José Antonio Ramírez-Ramírez; Leonardo Zavala Moreno. <b>BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL Y SU EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO DE MAÍZ</b>	37
Gonzalo Soria-Melgarejo; César Leobardo Aguirre-Mancilla; José Gabriel Mendoza-Díaz. <b>COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE FRUTO Y SEMILLAS DE <i>Rhus aromatica</i></b>	38
José Miguel Vega-Ramírez. <b>LA HIGUERILLA COMO MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES</b>	39
Antony E. Hernández-Frausto; Judith Vázquez-Aguilar. <b>LOGÍSTICA INVERSA</b>	40
Raúl Valentín Islas; María del Socorro Fuentes-Andrade; Cesar Jiménez-Pelcastre; Ricardo Guevara-Herrera; Sara Cano-Velasco; Jessica Jazmín Gonzáles-Regalado; <b>CALIDAD DE MAÍZ ALMACENADO A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS HERMÉTICAS EN LA SIERRA ALTA HIDALGUENSE</b>	41
Adán Gómez-Cruz; Ruth Adriana Muñiz-Camacho. <b>IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS AGROINDUSTRIALES: SISTEMAS HIDROPÓNICOS</b>	42
Rubén García-Silva; Alfredo Josué Gámez Vázquez. <b>ARREGLO TOPOLÓGICO Y DOSIS DE COMPOSTA EN LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE FRIJOL</b>	43
María T. Maldonado-Mancera; Martha J. Navarro-León; Juan C. Raya-Pérez; Cesar L. Aguirre-Mancilla; Jorge Covarrubias-Prieto; Jesús R. Rodríguez-Nuñez; Juan G. Ramírez-Pimentel. <b>EFFECTO ANTIBACTERIANO DE PELICULAS DE QUITOSANO Y GELATINA</b>	44
Tomás García-Lima; Sol Yali-Cervantes; Francisco Chablé-Moreno; Jesús Frías-Pizano. <b>CULTIVO Y MANEJO DE HIGO (<i>Ficus carica</i> L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO BAJO SISTEMA DE PODAS</b>	45
Monserrat Zapatero-Olivares; Víctor Hugo Torres-Peña; Mary Carmen Luna González; Brenda Beatriz Sánchez Rodríguez; Elisa Franco Vadillo; Francisco Chable Moreno. <b>AVANCES EN EL OSMOACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS DE CHILE HABANERO PARA SU EMERGENCIA</b>	46
Hernández-López Juan. <b>CREACIÓN Y DISEÑO DE UNA PÁGINA WEB</b>	47
José Gómez-Espinoza; Ahuiztolt de Jesús Joaquín-Ramos; Cesar Leobardo Aguirre-Mancilla; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel; Miguel Ángel Ávila-Perches; J. Guadalupe García-Rodríguez. <b>EVALUACIÓN DE CEPAS DE MICROORGANISMOS COMO PROMOTORES DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE BRÓCOLI (<i>Brassica oleracea</i>)</b>	48
Caren B. Hernández-Cabello; Andrés Lerma-Tolentino; César Aguilar-Pérez. <b>DETERMINACIÓN DEL PARASITISMO NATURAL DE GUSANO COGOLLERO EN MAIZ EN UNA PARCELA DE JARAL DEL PROGRESO, GUANAJUATO</b>	49

- Juan A. Valadez-Vargas; Mariano Mendoza-Elos; Francisco Cervantes-Ortiz; Jorge Covarrubias-Prieto; Juan C. Raya-Pérez; Sergio A. Rodríguez-Herrera; Jesús Frías-Pizano; Enrique Andrio-Enríquez; José J. Patiño-Gutiérrez. **EVALUACIÓN DE LÍNEAS DE MAÍZ DE ENDOSPERMO NORMAL VS QPM DE GRANO BLANCO Y AMARILLO** 50
- Daniela Guerrero-Conejo; Gilberto Rodríguez-Pérez; Ahuizolt de Jesús Joaquín-Ramos; César Leobardo Aguirre-Mancilla; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel. **CALIDAD DE LA SEMILLA EN CEREALES DE GRANO PEQUEÑO BAJO ESTRÉS HÍDRICO** 51
- Guadalupe Ximena Acosta-Robles; Cinthya Sayde Arredondo-Córdoba; Luz Mireya Arredondo-Córdoba; Diana Berenice Ramos-Anguiano; Ricardo Basilio-Ángeles. **DESARROLLO DE UN PLAN ESTRATÉGICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES Y EXPORTACIÓN DE PRODUCTOS CULTIVADOS EN RANCHO LAS LIEBRES** 52
- Claudia Acosta-González; Francisco Cervantes-Ortiz; Francisco Chablé-Moreno; Jesús Frías-Pizano; Enrique Andrio-Enriquez; J. Guadalupe García-Rodríguez; **DETERIORO DE LA SEMILLA DE MAÍZ EN TRES AÑOS DE ALMACENAMIENTO** 53
- Tania Vega-Paredes; Carlos Cuellar-Zambrano; José Honorato Arreguín-Centeno; Carlos Omar Padilla-Ramírez; Antonio Vásquez-Ortega. **EVALUACIÓN DE PROMOTORES RADICULARES EN CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)** 54
- Mercedes González-Gómez; Francisco Cervantes-Ortiz; José Luis Pons-Hernández; Mariano Mendoza Elos; Davino Pérez Mendoza. **CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA EN POBLACIONES CRIOLLAS DE CHILE ANCHO DE SAN LUIS DE LA PAZ, GUANAJUATO** 55
- Juan Carlos Martínez-García; Francisco Cervantes-Ortiz; Francisco Chablé Moreno; J. Guadalupe García-Rodríguez. **EVALUACION VARIETAL DE COLECTAS DE MAIZ PALOMERO (*Zea mays everta*)** 56
- Bertha M. Sánchez-García; Luis P. Guevara-Acevedo; Alejandra Mora-Avilés3. **¿*Trichoderma spp.* ANTAGONISTA DE *Rhizoctonia solani* Y *Sclerotium rolfsii*?** 57
- Roberto Antonio Narváez-Bustamante; José Alberto Macías-García; Juan Pablo Arroyo-Gutierrez; María Eugenia Gallardo-Rodríguez. **REDES DE TELEFONÍA MÓVIL** 58
- Lorena Bonilla-López; Francisco Cervantes-Ortiz; J. Enrique Botello-Álvarez; Enrique Andrio-Enríquez; Mariano Mendoza-Elos. **GERMINACIÓN Y VIGOR EN SEMILLA DE *Quercus*** 59
- Louis Frantz Moussignac; Francisco Cervantes-Ortiz; Alberto Chassaigne-Ricciulli; Miguel Ángel Ávila-Perches; Jesús Frías Pizano; Mariano Mendoza Elos. **VIGOR DE SEMILLA EN CAMPO DE HÍBRIDOS SIMPLES Y TRIPLES DE MAÍZ CON DIFERENTES FECHAS DE ALMACENAMIENTO** 60

Jesús Hernández-Aguilera; Roberto Jiménez-San Juan; David Hernández-Rodríguez; Blas Hernández-Rodríguez; Eliceo Hernández-Hernández; Rafael Nieto-Aquino. **EFICIENCIA REPRODUCTIVA MEDIANTE LA PARTICIÓN DE ESPONJAS EN LA SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN OVEJAS** 61

Luis Félix-Gutiérrez<sup>1</sup>; Egleide Gómez-Nochebuena; Faustino Peraza-Rodríguez; Silvestre Téllez-Argüelles; Melchor Olivares-Nochebuena; Rafael Nieto-Aquino; **IMPACTO TÉCNICO, ECONÓMICO Y SOCIAL DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN PRODUCCIONES OVINAS DE LA HUASTECA HIDALGUENSE** 62

Gamaliel Valdivia-Rojas; Rosa Isela Valencia-Magaña; R. Yadira Avalos-Barajas; Santos Zepeda-Guzman; Eulogio de la Cruz-Torres. **EFFECTO DE LA RADIACIÓN GAMMA SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE FRIJOL NEGRO** 63

Claudio Piña-González; Aracely Caracheo-Lemus; Juan Antonio Zavala-Vega; Luis Antonio Mariscal-Amaro. **MANEJO INTEGRADO DE LA SECADERA DEL TRIGO EN GUANAJUATO** 64

Manuel Jeronimo-Arriaga; Ernesto Solís-Moya; Oscar A. Grageda-Cabrera; Sarahyt S. González-Santamaría; Lourdes Ledesma-Ramirez; María P. Suaste-Franco; Jorge Gutierrez-Tlahque; Arturo A. Velasco-Velasco; Marcelo Garrido-Torres. **SELECCIÓN DE TRIGO EVALUADO EN TRES LOCALIDADES** 65

Cristina Bueno-Lara; María Eugenia Gallardo-Rodríguez. **AGRONOMY WEB** 66

Carrillo-Baez María Guadalupe; Guerrero-Aguilar Brenda Zulema; Acosta-Gallegos Jorge Alberto; Reyes Fuentes-Mabiel; Figueroa-Rivera María Guadalupe. **IDENTIFICACIÓN DE RAZAS DE *Colletotrichum lindemuthianum* EN FRIJOL EN EL ESTADO DE GUANAJUATO** 67

Cecilia Muñoz-Robles; Francisco Cervantes-Ortiz; Mariano Mendoza-Elos; Enrique Andrio-Enriquez; Ma. Florida Gutiérrez-Zamudio; Damián Mauricio Monrea; J. Guadalupe García-Rodríguez. **COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE VARIEDADES EXPERIMENTALES DE MAÍZ PARA EL ESTADO DE GUANAJUATO** 68

Evaristo Carrillo-Moreno; Evaristo Carrillo; Francisco G. Veliz; Elizabeth Pérez-Reboloso; Dalia Carrillo-Moreno; Miguel Mellado. **EFFECTO DEL INCREMENTO A UN 15% DE SOLIDOS TOTALES EN LA LECHE SOBRE LA GANANCIA DE PESO EN BECERRAS HOLSTEIN** 69

José Iván Cardel-Sotelo. **EL ENTORNO DE LA INDUSTRIA 4.0: IMPLICACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS** 70

Jesús D Corona-Carranza. **ANTAGONISMO ENTRE HONGOS *Trichoderma harzianum* Y *Fusarium verticillioides* EN MAÍZ** 71

Roberto Jiménez-San Juan; Eliceo Hernandez-Hernández; Rafael Nieto-aquino; Jesús Hernández-Aguilera; Silvestre Tellez-Arguelles; Nestor Uriel Cruz-Salazar. **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA CANAL DE CERDOS ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE COLINA** 72

- María Fernanda Kolbeck-del Bosque; Gilberto Rodríguez-Pérez; Hugo Cesar Cisneros-López; Enrique Andrio-Enríquez; López Rodrigo Aguilar-Linares. **PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN AVENAS BAJO ESTRÉS HÍDRICO Y SILICIO** 73
- J. Daniel Cesáreo-Cruz; Carlos Cuellar-Zambrano; Antonio Vásquez-Ortega; Carlos Omar Padilla-Ramírez; José Honorato Arreguín-Centeno. **PRODUCCIÓN DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) A CAMPO ABIERTO** 74
- Rodrigo Aguilar-Linares; Gilberto Rodríguez-Pérez; María Fernanda Kolbeck-del Bosque; Hugo Cesar Cisneros-López; Enrique Andrio-Enríquez. **EFFECTO DEL SILICIO EN EL RENDIMIENTO DE GRANO EN TRITICALES BAJO ESTRÉS HIDRICO** 75
- Ana Valeria Olivares-García; Francisco Cervantes-Ortiz; Brenda Karina Mendoza-Gámez; Mariano Díaz-Ruiz; Yolanda María Mozqueda-Martinez; J. Guadalupe García-Rodríguez. **CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE GENOTIPOS DE MAÍZ EN EL BAJÍO** 76
- María Elizabeth Vera-Hernández; Mabel Reyes-Fuentes; Brenda Zulema-Guerrero Aguilar; Enrique Andrio-Enríquez; Mariano Mendoza-Elos; María Guadalupe Figueroa-Rivera. **PRUEBA DE UREASA PARA LA IDENTIFICACION DE *Ustilago maydis*** 77
- Maritza Ruiz-Rojas; Ahuizolt de Jesús Joaquín-Ramos; Susana Elizabeth Altamirano-Romo; Manuel Jerónimo-Arriaga; César Uriel López-Palestina; José Guillermo Marcial-Gómez; Estefanía Robles-Granillo; Jorge Gutiérrez-Tlahque. **ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS HIDROALCOHÓLICOS DE CONSUELA (*Tinantia erecta* Jacq)** 78
- José G. Vargas Martínez; Oscar J. Ortiz Arrazola; Leonel S. Maldonado Méndez; Ingrid Zanella Saenz. **ASLAMIENTO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS CON POTENCIAL ACTIVIDAD HACIA *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)** 79
- Luis Carmen González-Balderas. ***Cannabis*: UNA REVISIÓN DE LOS EFECTOS EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL** 80
- María Guadalupe Perez-Rodriguez; Cesar Leobardo Aguirre-Mancilla; Glenda Margarita Gutiérrez-Benicio; Gilberto Rodríguez-Pérez. **RESPUESTA FISIOLÓGICA DE FRIJOL AL USO EFICIENTE DEL AGUA** 81
- Víctor A. Moncada-Hernández; Maricela Morales-Pérez; Jorge Covarrubias-Prieto. **EVALUACIÓN DE CRUZAS DE PRUEBA DE 22 LÍNEAS ÉLITE DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DEL CIMMYT** 82
- José Manuel Cabrera-Toledo; Zulma Castillejos-Antonio; Juan Rendón-Cruz; Pedro Márquez-Castillo. **SELECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LÍNEAS S6 EN SORGO GRANO BLANCO EN SAN PEDRO COMITANCILLO OAXACA** 83
- Maricela Morales-Pérez; Juan G. Ramírez-Pimentel; Jorge Covarrubias-Prieto. **ESTRÉS SALINO SÓDICO EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.)** 84

- José Martín Suaste-Franco; Blanca Estela González-Pacheco; Andrio-Enríquez Enrique; Carlos Cuellar-Zambrano; Antonio Vásquez-Ortega; José Honorato Arregín-Centeno. **EFFECTOS DEL JABÓN POTÁSICO PARA EL CONTROL DE HONGOS FITOPATÓGENOS DE FRESA** 85
- Miguel González-Jiménez; Joan Alberto Sánchez-Sánchez; Teresa Álvarez-Legorreta. **ANÁLISIS HIDROGEOQUÍMICO DEL RÍO LAJA** 86
- Norma A. Arroyo-Santarosa; Mauricio González-Calderón. **EFFECTO DE LA INTENSIDAD DE LUZ SOBRE CRECIMIENTO EN *Coriandrum sativum* VARIEDAD LIDERTH EN SALVATIERRA** 87
- Briseyda Pérez-Bautista; María del Socorro Fuentes-Andrade; Cesar Jiménez-Pelcastre; Ricardo Guevara-Herrera; Raúl Valentín-Islas, Terence Molnar; Margarita Islas-Pelcastre; Cirenio Velasco-Castillo. **EVALUACIÓN GENOTIPOS DE MAÍZ (*Zea mays* L.) PARA EL COMPLEJO MACHA DE ASFALTO EN LA SIERRA ALTA DEL ESTADO DE HIDALGO** 88
- Juan M. López-González; Ricardo E. Preciado-Ortiz; Jesús Frías-Pizano; Arturo D. Terrón-Ibarra. **RENDIMIENTO DE FORRAJE DE MAÍCES NATIVOS DEL ESTADO DE GUANAJUATO** 89
- Miguel Adrián Martínez-Trujillo. **EL ENFOQUE DE SISTEMAS AGROINDUSTRIALES** 90
- Yolanda María Mozqueda-Martínez; Brenda Karina Mendoza-Gómez; J. Guadalupe García-Rodríguez; Francisco Cervantes-Ortiz; Mariano Díaz- Ruiz; Ana Valeria Olivares-García. **EVALUACION DE VARIEDADES EXPERIMENTALES DE MAIZ PARA BAJIO** 91
- Arlet Torres Chimes; Juan Guadalupe Hernández Lira; Francisco Cervantes Ortíz; Hugo Cesar Cisneros López; Luis Patricio Guevara Acevedo. **ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN PARÁMETROS AGRONÓMICOS DE PLANTULAS DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)** 92
- Damián Mauricio Monreal-González; Ernesto Vargas-Medina; Brian Soto-García; Jesús Frías-Pizano. **LOS FERTILIZANTES LÍQUIDOS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE PEPINO PERSA (*Cucumis sativus*) EN INVERNADERO** 93
- Lopez-Buenabad G.; Cañada-Coyote E.; Velázquez-Ordinola A.; Cabrera-Becerra M.K.V.; Aguirre Mancilla C.L.; Castellanos-Ramos J. Z. **SELECCIÓN DE *Bacillus sp* DEGRADADORES DE HERBICIDAS** 94
- Juan Guadalupe Hernández-Lira; Arlet Torres-Chimes; Luis Patricio Guevara-Acevedo; Silvano Ochoa-Galaz; Daniel Rodríguez-Mercado; Julio Cesar León-Vargas. **ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN PARÁMETROS AGRONÓMICOS DE PLANTULAS DE TOMATE DE CASCARA (*Pysalis ixocarpa* Brot)** 95
- Angel Ernesto Chávez Chavez; Julio Cesar León Vargas; Silvano Ochoa Galaz; Arturo Buenavista Centeno; Servando Orozco Beltran; Luis Patricio Guevara Acevedo; **EVALUACION DE LA MORTALIDAD DE LA MOSCA DE LOS CHAMPIÑONES *Megaselia halterata* (Wood) CON LA MEZCLA DE PIRETRINAS Y ACEITES NATURALES** 96

- Maythe Bautista-Ramírez; Francisca De La Cruz-Sabas; Leodegario Redondo-Martínez; José M. Romero-Orta; Roberto Jiménez-San Juan; María T. González-Lemuz. **AUTOMATIZACIÓN DE COMEDEROS PARA CERDOS EN EXPERIMENTACIÓN** 97
- Esmeralda Reyes-Bautista; Maclovio Martínez-Hernández; José M. Romero-Orta; Juan De Dios Viniegra-Vargas; Leodegario Redondo-Martínez. **DETECCIÓN DEL ESTADO FISIOLÓGICO DE FORRAJES EN PRADERAS CON IMÁGENES ADQUIRIDAS POR DRONES** 98
- Rafael Sierra-Murillo; Francisco Cervantes-Ortiz; Marco A. García-Perea; Francisco Chablé-Moreno; Ma. Florida Gutiérrez; Lorenzo Licea-Rojas; J. Guadalupe García-Rodríguez. **EFFECTO DE FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DE GENOTIPOS DE MAÍZ** 99
- Luis Emmanuel León-Guevara; Diego Ari Rodríguez-Vargas; Gustavo Adolfo Mejía-Rentería; Francisco Cervantes-Ortiz; Mariano Mendoza-Elos; Leticia Rodríguez-Zarate; Irma Morales-Rodríguez; J. Guadalupe García-Rodríguez. **INCIDENCIA DEL *F. verticillioides* EN VARIETADES EXPERIMENTALES DE MAÍZ EN AMBIENTES** 100
- F. A. García Rodríguez; P.P. Mancera Juárez; W. Mondragón Moreno; G. Rodríguez Pérez; E. Andrio Enriquez. **RECUPERACION DE VARIETADES SOBRESALIENTES DE AJO PARA BAJIO** 101
- J. Vargas Martín; S. Leines Salazar; P. P. Mancera Juárez; W. Mondragón Moreno; E. Andrio Enriquez. **COMPORTAMIENTO AGRONOMICO DE HIBRIDOS COMERCIALES DE MAIZ EN PENJAMO, GUANAJUATO** 102
- Allan Francisco Yasbeth Soria-Camacho; José Ruiz-Herrera; Claudia. G. León-Ramírez; José A. Sánchez-Arreguín; J. Alfredo Morales-Sauz; Cesar Fernando Gonzales García; Francisco Chable-Moreno; Elisa Franco-Vadillo. **MÉTODOS DE INOCULACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE HUITLACOCHÉ EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ROQUE** 103
- Diego Ari Rodríguez-Vargas; Gerardo Nicolás González-Flores; María Guadalupe Domínguez-Matilde; Juan Carlos Muños-Mondragón; Guadalupe Edith González-León; Rodrigo Ramirez-Rodríguez; J. Guadalupe García- Rodríguez. **EFFECTIVIDAD DE UN BIOFERTILIZANTE A BASE DE *Azospirillum spp.* EN EL BRÓCOLI (*Brassica oleraceae* var. *Itálica*) EN EL MUNICIPIO DE CELAYA GTO.** 104
- C. Fernando González-García; José Ruiz-Herrera; Claudia. G. León-Ramírez; José A. Sánchez-Arreguín; Allan. F.Y. Soria-Camacho; J. Alfredo Morales-Sauz; Francisco Chable-Moreno; Elisa Franco-Vadillo. **EVALUACIÓN EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE HUITLACOCHÉ (*ustilago maydis*) EN EL TECNOLÓGICO DE ROQUE** 105
- Adriana Ángeles-Santos; Nancy A. Godínez-Garrido; Felipe J. Piña-Tapia; Juan G. Ramírez-Pimentel; Juan C. Raya-Pérez; César L. Aguirre-Mancilla. **VIABILIDAD DE LA SEMILLA DE OPUNTIA RECUBIERTA CON QUITOSANO** 106

Alejandro Reyes-Hernández; M. Alberto Franco-Sepúlveda; Roberto Jiménez-San Juan; Jacobo Antonio-Cruz; David Hernández-Rodríguez; Rosslyn Leines-Noguera. **INFLUENCIA DEL SOYO (*Ipomoea purga*) EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN CERDAS EN LA HUASTECA HIDALGUENSE** 107

Karina M. Palacios Otero; Carlos Cuellar Zambrano; Antonio Vásquez Ortega; Carlos Omar Padilla Ramírez; José Honorato Arreguín Centeno. **DENSIDADES DE SIEMBRA Y CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE AVENA (*Avena sativa* L.)** 108

Walfred Salmeron-Morelos. **EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y FISIOLÓGICA EN PLANTAS DE FRESA (*Fragaria sp*) EN DIFERENTES SUSTRATOS Y DENSIDADES DE POBLACIÓN** 109

Brando Álvarez-Mandujano; Louis Frantz Moussignac; Francisco Cervantes-Ortiz; Leticia Rodríguez-Zárate; J. Guadalupe García-Rodríguez. **COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE HÍBRIDOS SIMPLES Y TRIPLES DE MAÍZ PROVENIENTES DE CIMMYT** 110

J. Said Cerecedo-Hernández; J. Arturo Felix-Hernández; Isaid Hernández-Hernández; Roberto Jiménez-San Juan; Salomon Blas Hernández. **SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA Y ESTADÍSTICAS DE CONSUMO DE AGUA EN CERDOS** 111

J. César Hernández del Ángel; Eliceo Hernández-Hernández; Martín Hernández-Mogica; Ma. Teresa González-Lemus; David Hernández-Rodríguez; Rosslyn Leines-Noguera; **CONTROL QUÍMICO Y CULTURAL DE LA COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO (*Maconellicoccus hirsutus*) EN LA HUASTECA HIDALGUENSE.** 112

### Extenso

Anahí Piña-Bernal; Perla Jiménez-Girón; Mariana Montoya-Manríquez; Martín de Jesús Tinajero-Mendoza; José Pablo Ramírez-Trejo; Estefana Alvarado-Bárceñas; Francisco Chablé-Moreno. **ELABORACIÓN DE GALLETA CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA A BASE DE AVENA, COCO Y LINAZA COMO ALTERNATIVA DE UN ALIMENTO FUNCIONAL** 113

Tomas Medina-Cazares; Salvador Montes-Hernández; Miguel Hernández-Martínez; Aquilino Ramírez-Ramírez. **EVALUACIÓN DE HERBICIDAS POSTEMERGENTES PARA EL CONTROL DE LA MALEZA EN EL CULTIVO DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN GUANAJUATO** 119

Arturo Buenavista-Centeno; Ángel Ernesto Chavez-Chavez; Bertha María Sánchez-García; Daniel Rodríguez-Mercado; Alejandro Guzmán-Zazueta; Hugo Cesar Cisneros-López; Luis Patricio Guevara-Acevedo. **EFFECTO DE TRES ELICITORES (ÁCIDO SALICÍLICO, QUITOSAN, PERÓXIDO DE HIDROGENO) EN EL DESARROLLO DE LECHUGA** 125

- Tomas Medina-Cazares; 1Salvador Montes-Hernández; Miguel Hernández-Martínez; Aquilino Ramírez Ramírez. **PRINCIPALES MALEZAS PRESENTES EN EL CULTIVO DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN EL ESTADO DE GUANAJUATO** 133
- Luis A. Noriega-González; Enrique Andrio-Enríquez; Vianney Montoro-Torres; Ma. Maricela Caballero-Palacio; Erandi N. Vázquez; Selene Galván-Gomez. **PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO CON AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN** 139
- J. Camilo Cortez-Morales; D. Mateo Gonzales-Varon; Karol Lizarazo-Hernandez; Francisco Cervantes-Ortiz. **FISIOLOGÍA DE UN ECOTIPO DE BATATA (*Ipomea batatas* L.) EN EL MUNICIPIO DE PASCA, CUNDINAMARCA, COLOMBIA** 146
- Luis A. Noriega-González; Enrique Andrio-Enríquez; Vianney Montoro-Torres1; Ma. Maricela Caballero-Palacio; Erandi N. García-Vázquez; Selene Galván-Gomez. **RENDIMIENTO DE MAÍZ CON SISTEMAS DE LABRANZA A TRAVÉS DEL TIEMPO** 151
- Antonio Ramírez-Ramírez; Oscar Arath Grageda-Cabrera1; Sarahyt Gonzalez-Figueroa; Sarahí Figueroa-Pérez; Rosa María Ceballos-Noriega; Francisco Cervantes-Ortiz. **EFFECTO DE LA INOCULACIÓN DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA) SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PAPA** 157
- María Alejandra Soria-Páramo; Davino Pérez-Mendoza; Jesús Frías Pizano; Estéfana Alvarado-Bárceñas; A. Adolfo Estrada-Luna; Francisco Chablé-Moreno. **COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE NUEVAS VARIEDADES EXPERIMENTALES DE PIMIENTO MORRÓN EN INVERNADERO** 164
- Antonio Vásquez-Ortega; Juan Ángel Quijano-Carranza; Carlos Cuellar-Zambrano; Ricardo Yáñez-López; José Honorato Arreguín-Centeno; Enrique Andrio Enríquez; Francisco Cervantes Ortiz; Mariano Mendoza Elos. **ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL MANEJO DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO EN GUANAJUATO** 172
- Arana García-G.; Herrera-Hernández M.G.; Pons-Hernández J. L. **CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE HÍBRIDOS DE MAÍZ CON POTENCIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE TOSTADAS FRITAS** 177
- Estéfana Alvarado-Bárceñas; Karen Martínez-Martínez; Mauricio Martínez Martínez; J Gabriel Ramírez-Pimente; Francisco Chablé-Moreno. **GENERACIÓN DE BARREDURA DURANTE EL ENVASADO DE CEREALES INDUSTRIALIZADOS** 183
- Norma E Barrón-Ávila; Diego A Zúñiga-Vázquez; Perla Jiménez-Girón; Anahí Piña-Bernal; Estéfana Alvarado-Bárceñas; Francisco Chablé-Moreno. **CAMOTE AMARILLO (*Ipomoea batatas* L.) ALIMENTO TÓXICO POR VITAMINA A** 192
- Salvador Villalobos-Reyes; Enrique González-Pérez; José Luis Pons-Hernández; Mario González-Chavira. **CONSUMO DE AGUA Y EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL EN TRES TIPOS DE TOMATE ROJO EN SUELO EN INVERNADERO** 197

- Miguel A. Avila-Perches; F. Paúl Gámez-Vázquez; Juan J. García-Rodríguez; Ramón Huerta-Zurita; Mauro R. Zamora-Díaz; A. Josué Gámez-Vázquez. **CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE SEMILLA DE VARIEDADES DE CEBADA** 206
- Vargas-Villalobos Ariadna Valeria; Guerrero-Aguilar Brenda Zulema; González-Chavira Mario; Pons-Hernández José Luis. **PEROXIDO DE HIDROGENO COMO METODO DE CONTROL CONTRA PATOGENOS DE RAIZ** 214
- Gerardo Luna-Modesto; J. Guadalupe García-Rodríguez; Daniel Rodríguez-Mercado; Francisco Cervantes-Ortíz; Lorenzo Licea-Rojas; Francisco Chablé-Moreno. **CARACTERES AGRONÓMICOS Y RENDIMIENTO DE MESTIZOS DE MAÍZ PRODUCIDAS EN EL TNM-ROQUE** 220
- Georgina Torres-Rangel; Jesús Frías-Pizano; Estéfana Alvarado-Bárceñas; Davino Pérez-Mendoza; J. Guadalupe García-Rodríguez; Francisco Chablé-Moreno. **EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE CHILE HABANERO Y SELECCIÓN MEDIANTE DESCRIPTOR VARIETAL SNICS EN EL BAJÍO GUANAJUATENSE** 228
- Maricruz Martínez-Lara; Brenda Georgina Medina-Gómez; A. Andrés Estrada-Luna; Estéfana Alvarado-Bárceñas; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel; Francisco Chablé-Moreno; **REGENERACIÓN IN VITRO DE ORQUÍDEA SUBTROPICAL EXÓTICA *Chysis aurea* Lindl** 238
- Olivares-Olivares Santiago; Guerrero-Aguilar Brenda Zulema; Acosta-Gallegos Jorge; Reyes-Fuentes Mabel; Figueroa-Rivera María Guadalupe. **IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS EN SEMILLAS DE FRIJOL EN VARIEDADES TIPO CRIOLLAS, SILVESTRES Y COMERCIALES** 246
- Zulma Castillejos-Antonio; José Eduardo Barrera-Espinoza; Manuel Olivera-Ruiz; Juan Rendón-Cruz; José Manuel Cabrera-Toledo. **EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SIETE LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA** 252
- Juan Rendón-Cruz; Luis Fernando Antoni-Martínez; Zulma Castillejos-Antonio; José Manuel Cabrera-Toledo. **EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 11 GRAMÍNEAS FORRAJERAS AL ESTABLECIMIENTO EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA** 257
- Álvaro Macias-Villalpando; Juan Luis Ortiz-Mata; Ricardo Yáñez-López; Carlos Cuellar-Zambrano; Juan Ángel Quijano-Carranza; Antonio Vásquez-Ortega. **MODELO EXPLICATIVO DE LA POBLACIÓN DE PICUDO DEL CHILE (*Anthonomus eugenii* Cano)** 261
- José Honorato Arreguín-Centeno; Juan Ángel Quijano-Carranza; Carlos Cuellar-Zambrano; Ricardo Yáñez-López; Antonio Vásquez-Ortega; Enrique Andrio-Enriquez; Francisco Cervantes-Ortiz; Mariano Mendoza-Elos; Juan Carlos Ramos-Vázquez. **EVALUACIÓN DE APLICACIONES FOLIARES EN CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.) EN GUANAJUATO** 268

- Juan Carlos Muños-Mondragón; Diego Ari Rodríguez-Vargas; Jesús Frías-Pizano; J Guadalupe García-Rodríguez; Daniel Rodríguez-Mercado; Francisco Chablé-Moreno. **GERMINACIÓN ESTÁNDAR CON SOLUCIÓN MS (1962) EN LÍNEAS ENDOGÁMICAS DE TOMATE TIPO SALADETTE** 275
- Lidia Alejandra Rodríguez-Zermeño; Ernesto Solís-Moya; Lourdes Ledesma-Ramírez; Brenda Karina Mendoza-Gámez; Mariano Díaz-Ruiz; Miguel Ángel Gamucero-Zárate. **EVALUACIÓN DE LINEAS EXPERIMENTALES DE TRITICALE EN EL BAJÍO** 284
- Mariano Díaz-Ruiz; Ernesto Solís-Moya; Lourdes Ledesma-Ramírez; María Rebeca Rendón-Reyes; Lidia Alejandra Rodríguez-Zermeño; Miguel Ángel Gamucero-Zarate. **EVALUACIÓN DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE TRIGO CRISTALINO EN EL BAJÍO** 290
- Brenda Karina Mendoza-Gámez; Ernesto Solís-Moya; Lourdes Ledesma-Ramírez; María Rebeca Rendón-Reyes; Miguel Ángel Gamucero-Zárate; Mariano Díaz-Ruiz. **COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE CINCO FECHAS DE SIEMBRA DE TRIGO (*Triticum Spp.*) DURANTE CUATRO CICLOS** 295
- Salvador Villalobos-Reyes; Enrique González-Pérez. **INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE JITOMATE (*Solanum lycopersicon L.*) Y OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN** 302
- María Rebeca Rendón-Reyes; Ernesto Solís-Moya; Lourdes Ledesma-Ramírez; Brenda Karina Mendoza-Gámez; Mariano Díaz-Ruiz; Lidia Alejandra Rodríguez-Zermeño. **EVALUACION DE GENOTIPOS DE TRIGO EN TRES CALENDARIOS DE RIEGO EN EL BAJÍO** 319
- Miguel Ángel Gamucero-Zarate; Ernesto Solís-Moya; Lourdes Ledesma-Ramírez; Brenda Karina Mendoza-Gámez; María Rebeca Rendón-Reyes; Lidia Alejandra Zermeño-Rodríguez. **MAPEO POR ASOCIACIÓN DE 419 LÍNEAS DE TRIGO (*Triticum spp.*) EN CICLO A FLORACIÓN** 327
- Ricardo Yáñez-López; Rosalinda América Montero-Ramírez; Marco Leonardo-Juárez González; María Monserrat Hernández-Rodríguez; Antonio Vázquez-Ortega; José Honorato Arreguin-Centeno; Carlos Cuellar-Zambrano; Juan Ángel Quijano-Carranza. **CARACTERIZACIÓN DEL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus*) BAJO INVERNADERO** 337
- Zaida Crispín-del Río; María Teresa Salazar-Ramírez; Jorge Arnaldo Orozco-Vidal; Kenia Crispín-García. **ESTANDARIZACIÓN DE UN PROTOCOLO DE DESINFECCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE CULTIVO In vitro DE *Agave victoriae-reginae*, Agavaceae** 344
- Diego Ortiz-Gallardo; Sergio Jesus Navarro-Jacinto; Carolina Hernández-Navarro. **IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CALENTAMIENTO PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS ARTESANALES** 352
- Roberto Jiménez-San Juan; Luis Felix-Gutierrez; Martin Hernández-Mogica; Graciano Aguado-Lara; Salomon Blas-Hernández; Ronaldo Reyes-Martínez. **USO DE DOS FUENTES DE COLINA EN DIETAS PARA CERDOS Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD** 356

- Ricardo Yáñez-López; Rosalinda América Montero-Ramírez; Marco Leonardo Juárez-González; María Monserrat Hernández-Rodríguez; Enrique Andrio-Enríquez; Luis Patricio Guevara-Acevedo; Francisca Ochoa. **CAPACITACIÓN, EXTENSIÓN DE PRODUCTORES DE TEMPORAL EN EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS** 362
- Brenda Georgina-Medina-Gómez; Maricruz Martínez-Lara; A. Luis Rey Garduño-Ferrusquía; Estéfana Alvarado-Bárceñas; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel; César Aguilar Pérez; Blanca Cecilia Ramírez-López; Francisco Chablé-Moreno. **GERMINACIÓN ESTANDAR DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) DE SEMILLAS PROVENIENTES CON APLICACIÓN DE *Trichoderma sp*** 370
- Cándido León-Bautista; Zaida Crispín-Del Rio; Martin Antonio Higuera-Carrillo; David Becerra-Esquivel. **CAPACIDAD ENTOMOPATOGENA DE UN AISLAMIENTO NATIVO DE *Beauveria spp*** 378
- Leonardi Fisher Sánchez-García; Bertha María Sánchez-García; Francisco Manuel Márquez-Tovar; Daniel Rodríguez-Mercado; Hugo Cesar Cisneros-López; Luis Patricio Guevara-Acevedo. **EFFECTO DE HIDROGEL Y ACIDO SALICILICO EN EL CULTIVO DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL** 385
- Valadez-García José Rosario; Mariana Alvarez-Galicia; Daniel Rodríguez-Mercado; Hugo Cesar Cisneros-López; Guevara-Acevedo Luis Patricio. **CONTROL ALTERNATIVO DE *Melanaphis sacchari* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EN HOJAS DE SORGO BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO** 396
- María Isela Flores-Reyes; Cesar Leobardo Aguirre-Mancilla; Salvador Horacio-Guzmán Maldonado; Juan Carlos Raya Pérez. **COMPOSICIÓN FENOLICA EN INFUSIONES Y DECOCCIONES DE MEZCLAS DE PLANTAS MEDICINALES** 405
- Perla E. Escalona-Rueda; Heriberto Sánchez-Mancera; M. Guadalupe Herrera-Hernández; S. Horacio Guzmán-Maldonado; J. Luis Pons-Hernández; Gabriela Medina-Ramos. **CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE AGUACATES CRIOLLOS DE COMONFORT CON POTENCIAL PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN** 409
- Jesús David Joaquín-Cuarenta; Jesús Mora-Rodríguez; Xitlali Delgado-Galván; Gilberto Carreño-Aguilera; Ismael Orozco-Medina; Modesto Pérez-Sánchez; Petra Amparo López-Jiménez. **BOMBAS COMO TURBINAS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RECUPERAR ENERGÍA** 416
- Ricardo Yáñez-López; Juan Ángel Quijano-Carranza; Vanessa Tierrablanca-Almanza; Antonio Vázquez-Ortega; Carlos Cuellar-Zambrano. **CARACTERIZACIÓN DE LA TASA DE REPRODUCCIÓN DE *Melanaphis sacchari* EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA** 427
- Julio Cesar León-Vargas; Bertha María Sánchez-García; Luis Patricio Guevara-Acevedo; Ricardo Yáñez-López; Francisco Cervantes-Ortíz; Daniel Rodríguez Mercado. **EVALUACIÓN DE ALGAS MARINAS Y ÁCIDO SALICÍLICO EN PARÁMETROS AGRONÓMICOS Y DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)** 433

- Victor Saucillo-Ramirez; Julio Cesar León-Vargas; Alier Miguel Muñoz-Arias; Bertha María Sánchez-García; Alejandro Guzmán-Zazueta; Luis Patricio Guevara Acevedo. **CONTROL DE *Plutella xylostela* DE SAN MIGUEL DE ALLENDE CON EXTRACTOS ETANOLICOS DE *Ricinus communis* Y *Sinapis alba*** 442
- Jesús Martínez-Espinosa; Luis Patricio Guevara-Acevedo; Paulo Ramón Navarro-Covarrubias; Daniel Rodríguez Mercado; Alier Miguel Muñoz-Arias; Julio Cesar León-Vargas. **CONTROL DE *Plutella xylostella* EN LA POBLACION DE SAN LUIS DE LA PAZ, GTO. CON EXTRACTOS ETANOLICOS DE *Euphorbia* Y *Yucca* BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO** 450
- Juan Gabriel Angeles-Núñez; Talina Olivia Martínez-Martínez; José Francisco Salazar-Valenzuela. **ESTUDIO DE LA MICROBIOTA CONTENIDA EN EL GRANO Y HARINA DE SORGO** 457
- Mariana Alvarez-Galicia; José Rosario Valadez-García; Arturo Buenavista-Centeno; Julio Cesar León-Vargas; Silvano Ochoa-Galaz; Luis Patricio Guevara-Acevedo. **ROL DE LOS TRICOMAS EN LA RESISTENCIA DE *Fragaria spp.* A *Tetranychus urticae* KOCH** 464
- Mariana Alvarez-Galicia; José Rosario Valadez-García; Hugo Cesar Cisneros López; Julio Cesar León Vargas; Silvano Ochoa Galaz; Luis Patricio Guevara Acevedo. **SUSCEPTIBILIDAD DE *Tetranychus urticae* KOCH EN *Fragaria spp.* BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO** 472
- Emmanuel Rodríguez-Alvarado; Luis Patricio Guevara-Acevedo; Daniel Rodríguez-Mercado; Silvano Ochoa-Galaz; Ricardo Yáñez-López; Alejandro Guzmán-Zazueta; Julio Cesar León-Vargas. **EFFECTO DE ELICITORES EN EL DESARROLLO DE PLANTULAS DE BROCOLI (*Brassica oleracea* var. *Italica*)** 482
- Paulo Ramón Navarro-Covarrubias; Luis Patricio Guevara-Acevedo; Jesús Martínez-Espinosa; Daniel Rodríguez-Mercado; Alier Miguel Muñoz-Arias; Julio Cesar León-Vargas. **CONTROL DE *Plutella xylostella* DE ABASOLO Y VALLE DE SANTIAGO CON EXTRACTOS ETANOLICOS DE YUCA E HIGUERILLA** 493
- Luis Patricio Guevara-Acevedo; Bertha María Sánchez-García; Julio Cesar León-Vargas; Ricardo Yáñez-López; Daniel Rodríguez-Mercado; Hugo Cesar Cisneros-López; Alejandro Guzmán-Zazueta. **ANTIBIOSIS DE ROSAL AL ACARO DE DOS MANCHAS *Tetranychus urticae* Koch (ACARI:TETRANYCHIDAE)** 499
- Juan Luis Ortiz-Mata; Álvaro Macías Villalpando; Ricardo Yáñez López. **DINÁMICA DE POBLACIÓN DE INSECTOS PLAGA Y BENÉFICOS EN INVERNADERO DE PRODUCCIÓN DE PIMIENTO** 508
- Montserrat Fajardo Quintana; Rolando Ramírez Yáñez; Ricardo Yáñez-López; Mabel Reyes Fuentes. **COMPARACIÓN ENTRE UNA SEMBRADORA CONVENCIONAL Y UNA SEMBRADORA BAJO EL SISTEMA PRECISION PLANTING EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE MAÍZ.** 515
- Karen Lisset Ramírez-Rodríguez; Ricardo Yáñez-López; Adan Rojas-Fajardo; José Manuel Macias. **INCIDENCIA EN EL TRAMPEO DE GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE LECHUGA** 527

- J. Alfredo Morales-Sauz; José Ruíz-Herrera; José A. Sánchez-Arreguín; Claudia G. León-Ramírez; Allan F. Y. Soria-Camacho; César F. González-García; Francisco Chablé-Moreno; Elisa Franco-Vadillo. **PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE HUITLACOCHÉ EN MAÍZ HÍBRIDO Y SU APLICACIÓN PARA EL SANEAMIENTO DEL SUELO AGRÍCOLA** 535
- Andrés Mandujano-Bueno; Juan Gabriel Angeles-Núñez; Talina Olivia-Martínez Martínez; José Francisco Salazar-Valenzuela. **CONTROL BIOLÓGICO DE LA MANCHA NEGRA DEL NOPAL CON *Trichoderma sp.*** 546
- Anselmo Montero-Rojas; José Francisco Rodríguez-Rodríguez; Francisco Cervantes-Ortiz; Hugo Cesar Cisneros-López; Ricardo Yáñez-López; Luis Patricio Guevara-Acevedo. **EFFECTOS SUBLETALES DE LA ABAMECTINA EN EL DESARROLLO DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (*Plutella xylostella*)** 555
- Velazco-Corona Clara Elisa; Herrera HGM; Pons HJL. **ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y CONTENIDO DE CAPSAICINOIDES EN FRUTOS DE CHILES CRIOLLOS (*Capsicum annuum* L.).** 565
- José Edgar Macías-Salinas; José Francisco Rodríguez-Rodríguez; Francisco Cervantes-Ortiz; Hugo Cesar Cisneros-López; Ricardo Yáñez-López; Luis Patricio Guevara-Acevedo. **EFFECTOS SUBLETALES ASOCIADOS A CIPERMETRINA EN EL DESARROLLO DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (*Plutella xylostella*) EN EL CULTIVO DE BROCOLI** 573
- Ríos-Pacheco Diana Michelle; Julio Cesar León-Vargas; Alejandro Guzmán-Zazueta; Daniel Rodríguez-Mercado; Ricardo Yáñez-López; Luis Patricio Guevara-Acevedo. **EVALUACIÓN DE TOLERANCIA DE FRIJOL A ARAÑITA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.** 582

## CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE SUSTRATOS ENRIQUECIDOS CON MINERALES Y COMPOSTA

V. Manuel Montoya-Jasso<sup>1\*</sup>; V. Manuel Ordaz-Chaparro<sup>1</sup>; Alejandrina Ruiz-Bello<sup>1</sup>; G. Sergio Benedicto-Valdés<sup>1</sup>; J. Manuel Arreola-Tostado<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados. <sup>2</sup>Consultor privado. \*Autor de correspondencia: [ymmj9319@gmail.com](mailto:ymmj9319@gmail.com)

### RESUMEN

Los sustratos representan un componente importante en los sistemas hidropónicos de diversos cultivos. El objetivo fue evaluar mezclas de sustratos con adición de composta y mezcla mineral de zeolita-dolomita que permitieran mejorar sus características físicas y químicas para la producción de *Capsicum pubescens*. Se utilizó un sustrato base de tezontle y aserrín (1:2) al cual se aplicó composta (1:2:2), 50 y 100% de K en Solución Steiner y tres niveles (0, 40 y 80 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>) de mezcla mineral, generando 12 tratamientos establecidos en parcelas subdivididas. Las propiedades físicas y químicas analizadas: densidad aparente, retención de humedad, granulometría, porosidad, pH, CE, contenido de MO y relación C/N, así como la CIC y contenido nutrimental. La densidad aparente, retención de humedad y porosidad estuvieron dentro de los rangos propuestos por Ansorena (1994) sin ser afectadas significativamente. En granulometría, aunque hubo diferencias entre tratamientos, los diámetros se ajustan a los establecidos por Lemaire (1997). El pH no fue afectado por los tratamientos mientras que la CE incrementó significativamente por la composta; el contenido de MO fue menor en los sustratos con la mezcla mineral. Estos parámetros se encuentran dentro de los rangos para sustratos definidos por Todd *et al.* (2000). La relación C/N de los tratamientos con composta fue menor debido a la descomposición y liberación de N. La CIC fue mayor en los sustratos con composta, esto favoreció la retención de nutrientes disponibles en el sustrato y el incremento de los mismos en el tejido vegetal. La adición de composta mejoró las características de los sustratos.

**Palabras clave:** Absorción nutrimental, *Capsicum pubescens*, zeolita, dolomita y mineralización.

## EVALUACIÓN DE LA MINERALIZACIÓN DE SUSTRATOS MEDIANTE EL FLUJO DE C-CO<sub>2</sub> BAJO FERTILIZACIÓN NITROGENADA

V. Manuel Montoya-Jasso<sup>1\*</sup>; V. Manuel Ordaz-Chaparro<sup>1</sup>; Alejandrina Ruiz-Bello<sup>1</sup>; G. Sergio  
Benedicto-Valdés<sup>1</sup>; J. Manuel Arreola-Tostado<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Colegio de Postgraduados, <sup>2</sup>Consultor privado. \*Autor de correspondencia [vmmj9319@gmail.com](mailto:vmmj9319@gmail.com)

### RESUMEN

La materia orgánica (MO) es un constituyente esencial del suelo, su descomposición convierte nutrientes en formas inorgánicas disponibles para las plantas (Guerrero *et al.*, 2012). La evolución del CO<sub>2</sub> es un parámetro ligado al manejo de MO y representa una medición de la respiración del suelo. Para estudiar la mineralización de sustratos se evaluaron dos niveles de fertilización nitrogenada (50-100%), dos niveles de humedad (15-30%) y tres niveles de mezcla mineral (MM) (0-40-80 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup>). Se realizó la caracterización fisicoquímica y medición del flujo de CO<sub>2</sub> para determinar la mineralización de la MO del sustrato. Los sustratos con composta resultaron apropiados para la producción agrícola con ventajas en el suministro de N. Los sustratos con composta y 15% de humedad liberaron mayor CO<sub>2</sub> (213,376.46 mg CO<sub>2</sub> m<sup>-3</sup>/día) por presentar mayor cantidad de compuestos fácilmente degradables. La emisión acumulada de CO<sub>2</sub> en sustratos sin composta fue menor por una mayor estabilidad de la MO. Las tasas de mineralización fueron más altas con el 15% de humedad debido al mayor espacio poroso ocupado por gases; además, con el suministro de 50% de N se presentó una inmovilización baja de N y el contenido de 40 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> de MM modificó la dilución del carbono de la MO para ser metabolizado por la acción microbiana. La tasa de mineralización fue afectada por el uso de minerales, la calidad y origen del sustrato.

**Palabras clave:** Materia orgánica, humedad y respiración del sustrato.

## CALENTAMIENTO EXPERIMENTAL EN TRIGO Y SU EFECTO EN LA PRESENCIA DE LA MICORRIZA ARBUSCULAR

Peñuelas-Rubio Ofelda<sup>1\*</sup>; Argentel-Martínez Leandris<sup>2</sup>; Garatuza-Payán Jaime<sup>2</sup>; Yepez-González  
Enrico<sup>2</sup>; Fierro-Coronado Alicia<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Profesor-Investigador. Tecnológico Nacional del México-Valle del Yaqui. <sup>2</sup> Profesor-Investigador. Instituto Tecnológico de Sonora. <sup>3</sup> Asistente de Investigación. Departamento de Biotecnología Agrícola. Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR, Unidad Sinaloa. \*Autor de correspondencia: [openuelas.rubio@itvy.edu.mx](mailto:openuelas.rubio@itvy.edu.mx)

### RESUMEN

La vulnerabilidad a la que está expuesta el Valle del Yaqui, Sonora, México, por el efecto del cambio climático (CC) pudiera exacerbarse por los escenarios que se esperan para los próximos 10 años, cuestión que constituye una preocupación para la comunidad productora y científica debido a que es la región de mayor producción de trigo a nivel nacional. Sin embargo, aunque existen múltiples estudios sobre el efecto del CC en el desempeño fisiológico y la productividad de este cultivo, existen escasos reportes sobre su impacto en la diversidad microbiana edáfica, principalmente de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) asociados, por lo cual se desarrolló la presente investigación en un estudio de calentamiento experimental de +2 °C (tratamiento de calor) por encima de la temperatura ambiente del dosel del cultivo (tratamiento de control) en tres ciclos agrícolas usando un sistema de calentamiento (T-FA) para determinar la presencia de HMA asociados al cultivo, en la variedad de trigo cristalino CIRNO C2008 establecido en un suelo vertisol con cinco repeticiones. Previo a la cosecha se tomaron muestras compuestas de suelo y raíces de cada parcela y se evaluó el porcentaje de micorrización por el método de azul de tripano; número esporas de HMA por tamiz húmedo y la intensidad del estrés. Se encontró una disminución significativa del número de esporas kg<sup>-1</sup> de suelo por efecto del calor impuesto y tal disminución fue del 38.5%. El calor redujo además el porcentaje de colonización por HMA en un 16.7% respecto a las parcelas control. Con el estudio se demostró que el CC afectará la capacidad de asociación simbiótica entre los HMA y el cultivo de trigo en el Valle del Yaqui.

**Palabras clave:** microorganismos benéficos, eficiencia micorrización, temperatura.

## **RESPUESTA DE LÍNEAS A, B Y R DE SORGO A DIFERENTES FECHAS DE SIEMBRA Y CALIDAD DE SEMILLA EN EL BAJÍO**

Andrea Pecina-Becerril<sup>1</sup>; Víctor Pecina-Quintero<sup>2</sup>; Ricardo Yañez-López<sup>2\*</sup>; Juan Angel Quijano-Carranza<sup>2</sup>; Rafael Bújanos-Muñiz<sup>2</sup>; Enrique Andrio-Enriquez<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Investigador, Campo Experimental Bajío, INIFAP.CIRCE. <sup>3</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. \*Autor de correspondencia

[riyañez@itroque.edu.mx](mailto:riyañez@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

En México el sorgo es uno de los principales cultivos tanto por el valor de su producción, como por su superficie sembrada, donde la semilla para siembra es un insumo importado y cada vez más caro. En 2010 México importó 36,400 toneladas de semilla de sorgo, con un valor de 43,8 millones de dólares. Además, el monopolio en el comercio de las semillas en México ha propiciado que los precios de venta de las semillas híbridas sean los más altos del mundo. Se estima que cada año, más del 98% de la semilla utilizada para la siembra de sorgo es importada, y ostenta la categoría habilitada; situación que ha provocado disminución en la rentabilidad del cultivo, al incrementar los costos de producción, lo que aunado a los bajos precios de venta del grano reduce la competitividad de los productores de México en relación con los de otros países. El presente trabajo tiene como objetivo determinar el comportamiento agronómico y calidad de semilla de líneas progenitoras de híbridos de sorgo nacionales: línea androestéril (Línea A), línea mantenedora (Línea B) y línea restauradora de la fertilidad (Línea R). El estudio de campo se llevo a cabo en el INIFAP, Celaya, Gto. La parcela experimental consto de dos surcos de 5m de longitud y 0.76 m de ancho, cada fecha se establecio bajo un diseño experimental de bloques al azar y tres repeticiones. Se establecieron tres fechas de siembra, con las líneas que componen cinco híbridos experimentales y dos híbridos comerciales de INIFAP, se realizaron cruzamientos para obtener semilla de los híbridos e incrementar a dichos progenitores. En cuanto al análisis estadístico se observaron diferencias altamente significativas en las variables evaluadas de Días a Floración, Peso de mil semillas, Prueba de Germinación, Vigor y para la interacción de fechas de siembra genotipos.

**Palabras clave.** Prueba de germinación, Etapa fenológica, *Sorgum bicolor*

## RESPUESTA DE LÍNEAS AVANZADAS DE MAÍZ AL ATAQUE Y ESTABLECIMIENTO DE GUSANO COGOLLERO

Daniel Ávila-Martínez<sup>\*</sup>; Mariano Mendoza-Elos<sup>1</sup>; Luis Patricio Guevara-Acevedo<sup>2</sup>; Gilberto Rodríguez-Pérez<sup>3</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>1</sup>

Estudiante de posgrado\*, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>1</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Profesor, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>3</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Valle del Yaqui. \*Autor de correspondencia: [amigo43@live.com.mx](mailto:amigo43@live.com.mx)

### RESUMEN

El gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), es una plaga que ha adquirido gran importancia a nivel mundial como una de las principales causas de pérdidas parciales o totales en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). La alimentación de este insecto ocasiona defoliaciones las cuales van acompañadas de un considerable bajo rendimiento de las plantas. La presencia de poblaciones de *S. frugiperda* durante el establecimiento del cultivo afecta significativamente la producción de maíz, en México bajo condiciones favorables, puede causar pérdidas de rendimiento de un 20 % hasta la pérdida total del cultivo si no se toman las medidas correctas a tiempo; en el estado de Guanajuato a causa de esta problemática la producción de maíz se ha reducido hasta en un 50 %. Actualmente, con el fin de evitar pérdidas considerables en el cultivo es necesaria la evaluación continua de líneas de maíz que presenten tolerancia o resistencia al establecimiento y ataque del insecto ya que su control se basa principalmente por el control químico. Por lo tanto, la presente investigación se realizó con el objetivo de determinar bajo condiciones controladas, el efecto que muestra *S. frugiperda* en diez líneas avanzadas de maíz y determinar el nivel de susceptibilidad o tolerancia.

**Palabras clave:** *Spodoptera frugiperda*, Susceptibilidad, Tolerancia, Poblaciones.

## CALENTAMIENTO EXPERIMENTAL EN TRIGO EN EL VALLE DEL YAQUI, SONORA: SIMULACIÓN DE CAMBIO CLIMÁTICO

Leandris Argente-Martínez<sup>1-3</sup>; Jaime Garatuza-Payán<sup>1</sup>; Enrico A. Yépez<sup>1</sup>; Tulio Arredondo<sup>2</sup> y  
Ofelda Peñuelas-Rubio<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Investigador, Instituto Tecnológico de Sonora. <sup>2</sup> Investigador, Instituto Potosino de investigación Científica y Tecnológica. <sup>3</sup>Profesor, Tecnológico Nacional de México-Valle del Yaqui. Autor de correspondencia:

[oleinismora@gmail.com](mailto:oleinismora@gmail.com)

### RESUMEN

En Centro Experimental de Transferencia Tecnológica del Instituto Tecnológico de Sonora, se estableció un experimento de cambio climático en trigo, variedad CIRNO C2008, mediante un calentamiento de la temperatura del dosel en seis parcelas experimentales distribuidas al azar, en condiciones de campo en los ciclos de cultivo 2016-17, 2017-18 y 2018-19. El estudio constituyó el primer ensayo en México y latinoamérica sobre la manipulación de la temperatura del dosel en 2 °C (tratamiento de Calor) por encima de la temperatura ambiente (Tratamiento de Control), utilizando un sistema T-FACE. Se evaluaron las variables capacidad de macollamiento, NDVI, intercambio de gases, fenología y los componentes del rendimiento de biomasa y de grano. Por efecto del calor se redujo la cantidad de hijos en un 75 %, generando una disminución del NDVI en un 5 %. Aunque la actividad fotosintética se incrementó, disminuyó la eficiencia del uso de agua a nivel foliar debido a la alta transpiración generada por efecto del calor. El tiempo de ocurrencia de las fenofases se redujo a partir del macollamiento causando un acortamiento del ciclo biológico de 17 días promedio. Por efecto del calor se redujo el tamaño de las espigas y el número de granos llenos, mientras que el número de granos vanos se incrementó. Los rendimientos de biomasa y de grano disminuyeron en más de un 30 %, presentando este último mayor sensibilidad al calor. La intensidad del estrés por el calor impuesto en el rendimiento de grano del cultivo fue superior al 30 %.

**Palabras clave:** cambio climático, intensidad del estrés, actividad fotosintética.

# **GUÍA PARA LA RECERTIFICACIÓN PRIMUS GFS PARA UNA MICROEMPRESA DE PRODUCCIÓN RURAL EN PIMIENTO MORRÓN VARIEDAD DULCE (*Capsicum annuum*) BAJO AGRICULTURA PROTEGIDA**

Luis Felipe Noriega-Román<sup>\*1</sup>; María Concepción González-Cuevas<sup>1</sup>; Israel Servín-Gómez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Profesor-Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. \*Autor de correspondencia:

[felipenoriega@itroque.edu.mx](mailto:felipenoriega@itroque.edu.mx)

## **RESUMEN**

En México, los cultivos hortícolas bajo invernadero son demandados en el exterior, siendo de las hortalizas, el tomate el de mayor exportación; mientras, el pimiento morrón (*Capsicum annuum*) se ha situado en segundo lugar y ha ido en aumento su comercialización. En el marco de la vinculación de las instituciones de educación superior, el Tecnológico Nacional de México campus Roque (TecNM) ha tenido a bien sociabilizar con el sector privado a través de su Cuerpo Académico en Desarrollo Estratégico Organizacional; el inmiscuirse en el proceso de la Recertificación Primus GFS solicitado por una microempresa constituida como una Sociedad de Producción Rural de Capital Variable con Responsabilidad Limitada; quién tiene la misión de “garantizar que los alimentos que se pretendan comercializar cumplan los estándares de calidad”, limitándose el día de hoy a la producción del pimiento morrón. El presente proyecto de investigación invita a involucrarse en la Recertificación Primus GFS, con la finalidad de que la sociedad sujeta a estudio, en el futuro elimine a intermediarios y exporte de manera directa; mientras, la intención del TecNM Roque, es ser una institución generadora de respuestas a problemas reales del sector productivo.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum*, calidad, Primus GFS, recertificación

## CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA EN SEMILLA DE JICAMA (*Pachyrhizus erosus*)

Leticia Rodríguez-Zárate<sup>1\*</sup>; Jacqueline Sierra-Celedon<sup>1</sup>; Miguel Angel Noriega-Carmona<sup>1</sup>;  
Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2</sup>; Alfredo Josué Gámez-Vazquez<sup>4</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2</sup>;  
Gilberto Rodríguez-Pérez<sup>3</sup>; Ricardo Yañez-López<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque.

<sup>3</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Valle del Yaqui. <sup>4</sup>Investigador, INIFAP Campo Experimental Bajío

\*Autor de correspondencia: [zarateitr93@gmail.com](mailto:zarateitr93@gmail.com)

### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue determinar el efecto del genotipo, el tiempo y temperatura de exposición para evaluar la calidad fisiológica de semilla de jícama a través de la prueba de conductividad eléctrica. Los factores de estudio fueron; tres variedades (Vega San Juan, Morada y Negra), temperaturas de exposición (25 y 30 °C) y periodos de imbibición (24, 48, 72 y 96 horas); por lo que el arreglo de tratamientos fue un factorial 3 x 2 x 4 bajo un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones de 50 semillas. Se registró la conductividad eléctrica y se correlacionó con la germinación estándar realizada a tres temperaturas; 20, 25 y 30 °C y evaluada en dos conteos; 9 y 16 días. El análisis de varianza mostro diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para los factores y sus interacciones. Por otro lado, las variedades Vega San Juan y Morada presentaron valores bajos de conductividad (27.76 y 28.87  $\mu\text{S g}^{-1}$ ); mientras que la variedad Negra presentó el valor más alto de iones lixiviados (69.82  $\mu\text{S g}^{-1}$ ), esto sugiere que esta variedad presenta una alta tasa de deterioro fisiológico. En la temperatura de 30 °C los valores de conductividad fueron altos y finalmente, con forme se incrementa el periodo de imbibición de la semilla, la conductividad eléctrica incrementa; es decir, en 24 horas se registran valores bajos de lixiviados. La correlación fue significativa y negativa entre la conductividad eléctrica y la germinación estándar sometida a 25 y 30°C. En conclusión, se tiene que la temperatura de 25 °C y el menor periodo de exposición de la semilla son ideales para realizar la prueba de conductividad eléctrica.

**Palabras clave:** *Pachyrhizus erosus*, conductividad eléctrica, germinación estándar, calidad fisiológica.

## **COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE HÍBRIDOS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) ESTABLECIDOS EN AGRICULTURA BIODINÁMICA.**

Carlos Piña-Hurtado<sup>1\*</sup>; Mariano Mendoza-Elos<sup>2</sup>; Jesús Frías-Pizano<sup>2</sup>; Alfredo Josué Gámez-Vázquez<sup>3</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México/Roque. <sup>2</sup>Docente Tecnológico Nacional de México/Roque. Investigador, Campo Experimental Bajío, INIFAP. \*Autor de correspondencia:

[carlospinna.cp@gmail.com](mailto:carlospinna.cp@gmail.com)

### **RESUMEN**

Del total de la producción de tomate en el mundo, México participa en el mercado internacional con un total de 25.11 % de las exportaciones mundiales. El objetivo de la presente investigación fue evaluar los componentes de rendimiento de 15 híbridos de tomate indeterminado de tipo saladette. El experimento se estableció en la empresa Biorganic, ubicada en el municipio de Acámbaro Guanajuato. El diseño experimental fue completamente al azar con un arreglo factorial 15 x 9 (Factor A Genotipos y Factor B cortes). Se registraron los siguientes caracteres: número de frutos por racimo y peso de frutos. Las variables fueron analizadas utilizando el software SAS 9.3, cuando la prueba de F resultó significativa ( $P \leq 0.05$ ), se realizó la prueba de comparación de medias Tukey. Los análisis mostraron diferencias significativas en la variable número de frutos, tanto en genotipo, corte y la interacción. Los genotipos de mayor producción por planta fueron; genotipo 4321,443961 y 113-391191. El genotipo 3915 fue el de menor producción y peso. Los genotipos de mayor peso en fruto fueron 4091 y 4416. En la interacción genotipo por corte los genotipos 4321 y 113-391191 tuvieron la mayor producción de frutos en los cortes 5 y 4 respectivamente, el genotipo 226 fue el de menor número de frutos en el corte 1. En la interacción genotipo por corte del corte número 6 los genotipos 443961 y Santorini obtuvieron los mejores calibres de frutos. En el corte 6 el genotipo de menor peso en frutos fue el 3915.

**Palabras clave:** *Solanum lycopersicum* L., componentes de rendimiento, agricultura biodinámica.

## **GEL RELAJANTE PARA PIERNAS BAQIA (CON 3 PRINCIPIOS ACTIVOS)**

Paola Gallardo-Rodríguez<sup>1</sup>; María Eugenia Gallardo-Rodríguez<sup>2</sup>; José Mayolo Juárez-Goiz<sup>3</sup>;  
Francisco Cervantes-Ortiz<sup>4</sup>; Claudia Marilu Fuentes-Gallardo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de la Universidad de Guanajuato, Campus Celaya – Salvatierra. <sup>2</sup>Docente del Tecnológico Nacional de México/Roque. <sup>3</sup>Docente-investigador del Tecnológico Nacional de México en Celaya. <sup>4</sup>Docente-investigador del Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>5</sup>Docente del Centro de Bachillerato Tecnológico industrial y de servicios N° 198. Autor de correspondencia: gallardo.rodriguez.paola.m1m@gmail.com

### **RESUMEN**

En la industria farmacéutica existe una amplia variedad de productos antiinflamatorios no esteroideos, estos son de los más vendidos en sus diferentes presentaciones a nivel nacional e internacional, pero su uso indiscriminado tiene efectos adversos para la salud. Los dolores musculares e inflamatorios se presentan en todas las personas sin importar la edad pero es más frecuente en adultos mayores. Teniendo en cuenta esta problemática el objetivo de este trabajo fue elaborar un gel de origen natural a base de extracto de manzanilla, árnica y mentol con propiedades antiinflamatorias, relajantes y refrescantes, de calidad y precio accesible, denominado “BAQIA”. Se realizó un estudio de mercado con la finalidad de comparar el costo beneficio, buscando productos similares al que se elaboró. Las pruebas organolépticas presentaron un pH de 5 y humedad 6.80 %. En conclusión la baquia se puede usar para cualquier tipo de piel sin producir irritación, es de olor agradable y atractivo a los ojos del consumidor.

**Palabras clave:** Baqia, árnica, mentol, manzanilla, calidad.

## VIABILIDAD A TRAVÉS DE LA PRUEBA DE TETRAZOLIO EN SEMILLA DE JÍCAMA (*Pachyrhizus erosus*)

Jacqueline Sierra-Celedon<sup>1</sup>; Leticia Rodríguez-Zárate<sup>1</sup>; Miguel Angel Noriega-Carmona<sup>1</sup>;  
Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2\*</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque.

\*Autor de correspondencia: [fcervantes@itroque.edu.mx](mailto:fcervantes@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue estandarizar la prueba de viabilidad de tetrazolio en semilla de jícama. Se evaluaron tres factores; 1) variedades; variedad Vega San Juan (VSJ), semilla negra (SN) y semilla morada (SM) de 2018, 2) pre-tratamiento en agua, 24 y 48 horas y 3) tiempo en tetrazolio, 6, 12 y 24 horas. La combinación de los factores generó un arreglo factorial de tratamientos de 3 x 2 x 3 que fue establecido bajo un diseño experimental completamente aleatorizado con 18 tratamientos y cuatro repeticiones de 25 semillas. Los tratamientos fueron sometidos a una temperatura de 25 °C. Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ) para todos los factores estudiados y para la interacción variedades por tiempo en tetrazolio. Por otro lado, entre las variedades VSJ y SM no hubo diferencia significativa para el porcentaje de semillas viables; sin embargo, la SN mostró el menor número de semillas viables de acuerdo al grado de tinción observado. Para el pretratamiento (agua) y la solución de tetrazolio de 24 horas producen el mayor grado de tinción y calidad. Por otro lado, con 6 horas en la solución de tetrazolio se presentó el mayor número de semillas no viables. En conclusión, un pretratamiento y tiempo de inmersión en la solución de tetrazolio de 24 horas es el ideal para evaluar la viabilidad de semilla de jícama a través de la prueba de tetrazolio.

**Palabras clave:** *Pachyrhizus erosus*, viabilidad, prueba topográfica, tetrazolio.

## CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA Y BIOQUÍMICA DE UNA CEPA *Bacillus aryabhatai* EN FOLLAJE DE AJO

Andrea E. Sánchez-Pérez\*; Martha J. Navarro-León<sup>1\*</sup>; Juan A. Valadez-Vargas<sup>2\*</sup> Juan C. Raya-Pérez<sup>1</sup>; Luis Pérez-Moreno<sup>2</sup>; Cesar L. Aguirre-Mancilla<sup>1</sup>; Juan G. Ramírez-Pimentel<sup>1§</sup>.

\*Estudiante de licenciatura, <sup>1\*</sup> Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. Celaya, Gto. <sup>1-2</sup> Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque; <sup>2</sup>División de Ciencias de la Vida (DICIVA-CIS-UG).

Irapuato, Gto. <sup>§</sup>Autor de correspondencia: [garamirez@itroque.edu.mx](mailto:garamirez@itroque.edu.mx).

### RESUMEN

Guanajuato ocupa el segundo lugar como productor de ajo a nivel nacional y las bacterias actualmente se han detectado como un problema creciente para el cultivo, debido al cambio climático e introducción de materiales, éstas causan daños considerables tanto en la producción como en almacén. El objetivo de la presente investigación fue Caracterizar morfológicamente y bioquímicamente una bacteria identificada como *Bacillus aryabhatai*. Aislada a partir de follaje de planta de ajo que mostraba síntomas de bacteriosis (rayado de dos lados) en una localidad de Irapuato (ciclo otoño-invierno 2016). La cepa fue aislada por estría cruzada en medio PDA a 28°C y se realizaron análisis a través de pruebas bioquímicas estándar. Se describió la morfología a las 19 h y se analizaron los resultados contrastando con la identificación molecular previamente realizada. Se encontró desarrollo de colonias color amarillo paja, diámetro promedio de 1 mm; forma circular, elevación convexa, borde entero, aspecto húmedo (cremoso), superficie lisa, consistencia blanda. En pruebas bioquímicas: Catalasa (+), Oxidasa (+), Cuagulasa (-), Hemólisis (β), Vogues Proskauer (-), Ureasa (+); Hidrolisis: de almidón (-), Gelatina (+), Caseína (+), Bilis y Rojo Violeta, LIA (-), TSI (-). Es un fitopatógeno no reportado previamente que afecta el cultivo de ajo y que se vislumbra como amenaza de gran importancia agronómica.

**Palabras clave:** *Allium sativum*, bacterias fitopatógenas en follaje, pruebas bioquímicas.

## **HISTORIA DE LA PROPAGANDA Y PUBLICIDAD EN EL MERCADO DE LOS COSMÉTICOS**

Efigenia Jiménez-Arredondo<sup>1\*</sup>; Blanca E. Banda-Galván<sup>1</sup>; José J. Patiño-Gutiérrez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de gestión empresarial, Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. \*Autor de correspondencia: [16980389@itroque.edu.mx](mailto:16980389@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

El presente estudio tiene como objetivo dar a conocer la historia de la propaganda y la publicidad en las empresas de cosméticos, desde que se tallaban en las piedras hasta hoy en día que se presentan en medios electrónicos. Conforme fue pasando el tiempo fue evolucionando y cambiando para mejorarla; por lo que surgieron nuevos métodos y herramientas para crear la publicidad. La publicidad es la manera por la cual se da a conocer el producto o servicio que se quiere ofrecer al cliente para su respectiva compra; dicha publicidad para que sea efectiva debe de estar compuesta por tres pilares importantes: la creatividad, la tecnología y la innovación. Los cosméticos al igual que la publicidad tuvieron su nacimiento en la época prehispánica donde la propaganda era una serie de edictos que se han conservado en columnas o rocas naturales. Estas inscripciones estaban ubicadas en claves importes cerca de la ciudad para asegurar que llegaran a un mayor número de personas. Siglos anteriores la publicidad más común era la expresión oral. Actualmente la publicidad nace como una imprenta que fue mostrada por primera vez a un grupo de mercaderes; por otro lado, en la revolución industrial aparecieron los agentes de publicidad y continuamente han ido mejorando y perfeccionando para su adquisición.

**Palabras claves:** propaganda, publicidad, mercado de cosméticos.

## **OPTIMIZACIÓN DEL USO Y MANTENIMIENTO PARA EL PROCESO EFICIENTE DE LA PLANTA TRATADORA DE AGUAS RESIDUALES DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ROQUE**

Pablo Wilfredo Duran-Torres<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional De México/Instituto Tecnológico de Roque. Autor de correspondencia:

[dolbyu37@gmail.com](mailto:dolbyu37@gmail.com)

### **RESUMEN**

El Instituto Tecnológico de Roque cuenta con una planta tratadora de aguas residuales desde el año 2011, la cual fue proyectada por el acuerdo de innovación y desarrollo 2013-2018. Esto con el principio que tiene el instituto por ayudar y fomentar el cuidado del medio ambiente marcándose como una estrategia principal en este plan para fomentar acciones que contribuyen a mitigar el cambio climático. Dicha planta con el transcurso del tiempo, su frecuente uso y la falta de mantenimiento ha llevado a que está presente fallos en su sistema de funcionamiento específicamente en la turbina encargada de la aplicación de oxígeno disuelto para el tratamiento biológico, provocando el incumpliendo de la NOM-003-SEMARNAT-1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. La función de la turbina es cubrir la demanda bioquímica de oxígeno en el agua para eliminar la materia orgánica biodegradable, tanto soluble como coloidal, así como la eliminación de compuestos que contienen nitrógeno y fósforo. El presente trabajo de investigación tiene como finalidad proponer alternativas para la problemática que está presente en la planta tratadora de agua residuales que se generan por las diversas áreas dentro del Instituto Tecnológico de Roque, la cual consiste en el uso y mantenimiento eficiente de la misma, evitando la problemática que tiene como consecuencia que el agua no obtenga la calidad deseada y no sea aprovechada al 100%. Implementando manuales de operación y mantenimiento constante.

**Palabras claves:** planta tratadora, tratamiento biológico, demanda bioquímica de oxígeno

## REVISIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PAPAYA MARADOL A CAMPO ABIERTO

Jesus E. Patiño-Mancera<sup>1\*</sup>; Francisco Moreno-Chable<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante Agronomía, Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. Autor de correspondencia: [14980581@itroque.edu.mx](mailto:14980581@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

La papaya es una de las frutas tropicales más apetecidas por su suave y agradable sabor su cultivo es atractivo para el agricultor ya que tiene ventajas sobre otros frutales, en especial su corto período entre siembra y cosecha, las propiedades nutritivas, digestivas y medicinales que se le atribuyen. El papayo se desarrolla en cualquier tipo de suelo siempre que sean ligeros, fértiles blandos, profundos y permeables. Al tener sus tallos y raíces blandos, no deben cultivarse en terrenos demasiado húmedos y compactos con mal drenaje, ya que se pudrirán las raíces. Por lo general algunos investigadores dicen que este cultivo, necesita hasta 25 litro de agua al día, pero esto depende de muchos factores. La plantación se debe hacer a una distancia de tres metros entre planta. Las plantas se siembran de manera que el tallo no quede entre la tierra para que este no se pudra. Tanto el calor como la humedad son esenciales para el buen desarrollo del cultivo de papaya. Se necesitan áreas con precipitación media de 1800 mm. Anuales y una temperatura de 25° c. Las enfermedades y plagas más comunes que se tiene en el cultivo de la paya son el contagio de mosca de la papaya, los áfidos y el taladrador del cogollo. Enfermedades con mayor importancia son antracnosis del fruto, colletrotichum, gloesporoides y falsaherrumbre, la fertilización que se le da por cada planta de papaya es de 0.1 kg de fertilizante, a intervalos de dos semanas durante los primeros meses y 0.2 kg de fertilizante en el resto del crecimiento de la papaya.

**Palabras Clave:** Carica papaya, manejo agronómico, enfermedades y plagas.

## **CARACTERÍSTICAS Y COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE 71 VARIEDADES DE MAÍZ CON 10 CICLOS DE EVALUACIÓN EN EL BAJIO**

Esteban Morales-Rico<sup>1§</sup>; Mariano Mendoza-Elos<sup>2</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2</sup>; Enrique Andrio-Enriquez<sup>2</sup>; J. Guadalupe Gomez-Martinez<sup>3</sup>; L. Regina Oro Martinez<sup>3</sup>; P. Noemi Urbina Palacios<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Profesor, Escuela Preparatoria Dr. José María Luis Mora. Comonfort, Gto. <sup>2</sup>Profesor-Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. Celaya Gto. <sup>3</sup>Estudiante, Preparatoria Dr. José María Luis Mora. Comonfort, Gto.

§Autor de correspondencia: [moralesestebanrico@hotmail.com](mailto:moralesestebanrico@hotmail.com)

### **RESUMEN**

En la actualidad cerca del 78 a 80% de las siembras dedicadas al maíz en México, son de naturaleza criolla. El objetivo de esta investigación es identificar y evaluar características agronómicas en 71 variedades de maíz blanco en base a 10 ciclos de selección para su mejoramiento y rendimiento. Se empleo con el paquete SAS un diseño experimental de bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones. Se midieron las siguientes variables: peso de la mazorca, numero hileras, granos hileras, longitud de mazorca, diámetro de la mazorca, diámetro del olote, y número de mazorcas podridas. Los datos se analizaron por medio de análisis de varianza, Los resultados indicaron que las variables evaluadas de diez ciclos de selección si se detectaron diferencias altamente significativas en todas las variables mencionadas. Todas las variables evaluadas fueron con un promedio de 13.83 de humedad, los siguientes datos son promedio, en el peso de la mazorca fue de 256 .86 gr, numero de hileras por mazorca 14.67, granos por hilera 38.90, longitud de mazorca 19.08 cm, diámetro de mazorca 49.94 mm, diámetro de olote 30.11 mm y numero de mazorcas podridas 11.02. Concluyendo estos maíces tienen el potencial y una gran variabilidad que puede utilizarse en los programas de mejoramiento genético.

**Palabras clave:** Especie criolla, variables, variabilidad

## **EXTRACTO DE LIRIO ACUÁTICO (*Eichhornia crassipes*) SOBRE VARIABLES AGRONÓMICAS DE GARBANZO**

Jessica W. Rodríguez-Lara<sup>1</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2\*</sup>; Gerónimo Arámbula-Villa<sup>3</sup>; Luis A. Mariscal-Amaro<sup>4</sup>; César L. Aguirre-Mancilla<sup>2</sup>; Enrique Andrio-Enríquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Profesor-Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>3</sup>CINVESTAV, Querétaro. <sup>4</sup>INIFAP-CEBAJ, Celaya, Gto. \* Autor de correspondencia:

[frcervantes@itroque.edu.mx](mailto:frcervantes@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

En México se encuentran una gran variedad de climas y suelos por lo que es posible cultivar una amplia gama de productos agrícolas, uno de estos productos es el garbanzo. En la actualidad, se busca no sólo producir más alimentos, es importante tener en cuenta que la calidad y producción de los cultivos, intervienen factores ligados al suministro de insumos y manejo del cultivo, dentro de los cuales se destacar la fertilización. Una de alternativa para esto, es la utilización de extractos naturales obtenidos a partir de plantas. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación foliar de un extracto de lirio acuático en diferentes etapas fenológicas del garbanzo. Para la obtención del extracto se recolectó material vegetativo de lirio acuático en tres municipios del estado de Guanajuato; Yuriria, Celaya y Comonfort. Se obtuvieron los extractos de raíz, tallo y hoja. Las aplicaciones fueron semanales y se evaluó la altura de planta, número de ramas, número de vainas y peso fresco de planta. Se usó un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. La unidad experimental se compuso de tres surcos de 10 m de longitud y de 0.75 m de separación. Los resultados mostraron que no hubo efecto estadístico significativo para los tratamientos de extractos de lirio acuático en el comportamiento agronómico de la variedad de garbanzo Río blanco.

**Palabras Clave:** *Eichhornia crassipes*, extractos, caracteres agronómicos.

## **EVALUACIÓN DE HONGOS MICORRIZICOS ARBUSCULARES (HMA) PRESENTES EN UN CONSORCIO DE ALTA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA**

Sarahyt Santamaría Gonzalez-Figueroa<sup>3</sup>; Oscar Arath Grageda-Cabrera<sup>1</sup>; María del Carmen Hernandez-Bocanegra<sup>2</sup>; David Hernández-López<sup>2</sup>; Sarahí Figueroa-Pérez<sup>3</sup>; Rebeca Melesio-López<sup>4§</sup>; Aurelio Baez-Perez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Bajío, <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Celaya, <sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>4</sup>Universidad de Guanajuato-Celaya<sup>§</sup>. Autor de correspondencia: ljk-val@hotmail.es

### **RESUMEN**

Se cuenta con un consorcio de HMA que ha presentado repetidamente alta efectividad biológica al evaluarlo en diversos cultivos, dicho consorcio está conformado por tres especies (*Acaulospora birreticulata*, *Rhizophagus intraradices* y *Acaulospora foveata*), el objetivo del presente trabajo fue determinar la efectividad biológica de las especies que lo conforman en forma individual y en sus diferentes interacciones. Se instaló un experimento en invernadero con un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, el cultivo utilizado fue sorgo RB-Cañero, las variables evaluadas fueron: Infección radical (IR), altura (ALT), índice de clorofila (IC), peso fresco aéreo (PFA), peso fresco de raíz (PFR), peso fresco total (PFT), peso seco aéreo (PSA), peso seco de raíz (PSR) y peso seco total (PST). La especie que mostró mayor potencial infectivo fue *Acaulospora birreticulata*, seguido de la interacción *Acaulospora birreticulata* con *Acaulospora foveata*. Para ALT *Rhizophagus intraradices* y *Acaulospora foveata* de manera individual y su interacción arrojaron los valores más elevados; estos mismos tratamientos mostraron valores similares en PF y PS. Al analizar las diferentes variables, los resultados mostraron que cada una de las tres especies aportan un efecto sinérgico y confieren al consorcio su potencial biológico.

**Palabras clave:** Relación sinérgica, potencial infectivo, microorganismos.

## **IDENTIFICACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HVA) PRESENTES EN UN CONSORCIO CON ALTA EFECTIVIDAD BIOLÓGICA**

María del Carmen Hernández-Bocanegra<sup>2</sup>; Oscar Arath Grageda-Cabrera<sup>1</sup>; Sarahyt Santamaría  
Gonzalez-Figueroa<sup>3</sup>; David Hernández-López<sup>2</sup>; Sarahí Figueroa-Pérez<sup>3</sup>; Rebeca Melesio-López<sup>4§</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Bajío. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Celaya. <sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México-  
Roque. <sup>4</sup>Universidad de Guanajuato-Celaya. § Autor de correspondencia: [ljk-val@hotmail.es](mailto:ljk-val@hotmail.es)

### **RESUMEN**

Es obligatorio identificar los microorganismos que se utilizan como inoculantes para el sector agrícola; en el INIFAP- CEBAJ se han realizado varios estudios con consorcios de HMA y uno de ellos ha presentado repetidamente alta efectividad biológica al evaluarlo en diversos cultivos. El objetivo del presente trabajo fue caracterizar los morfotipos de HMA encontrados en dicho consorcio. Se realizó el aislamiento de esporas, éstas se agruparon según sus características morfológicas, una vez que se formaron agrupaciones de 100 esporas de cada morfotipo, se hicieron montajes permanentes con y sin la reacción de Melzer. Se diferenciaron tres morfotipos y se procedió a identificarlos según las claves taxonómicas publicadas por el International Culture Collection of Vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM). En los morfotipos presentes se observaron las siguientes características: M1- diámetro aproximado de 70 µm, color café oscuro, con ornamentación en su capa externa, parecida a manchas de leopardo, una capa solida sin hifa de sostén (*Acaulospora birreticulata*); M2- diámetro aproximado de 150 µm, color amarillo paja, capa externa lisa y la hifa de sostén se encuentra en la capa externa (*Rhizophagus intraradices*); M3- diámetro aproximado de 180 µm, color ámbar, capa externa en su mayoría lisa, una capa solida sin hifa de sostén (*Acaulospora foveata*). En el consorcio analizado se encontraron tres especies de HMA, las cuales serán sometidas individualmente y en interacción a análisis de efectividad biológica.

**Palabras clave:** Inoculantes, INVAM, Morfotipo.

## EFFECTIVIDAD BIOLÓGICA DE CONSORCIOS DE HONGOS VESÍCULO ARBUSCULARES (HVA) EN EL CULTIVO DE TRIGO

Oscar Arath Grageda-Cabrera<sup>1</sup>; Sarahyt Santamaría Gonzalez-Figueroa<sup>3</sup>; María del Carmen Hernandez-Bocanegra<sup>2</sup>; Sarahí Figueroa-Pérez<sup>3§</sup>; José Antonio Ramírez-Ramírez<sup>3</sup>; Aurelio Báez-Pérez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Bajío, <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Celaya, <sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque. § Autor de correspondencia: [sara.hi\\_figueroa@hotmail.com](mailto:sara.hi_figueroa@hotmail.com)

### RESUMEN

En la región de “El Bajío” se aplican altas dosis de fertilización en el cultivo de trigo, lo que incrementa los costos de producción. La inoculación de MVA contribuyen a disminuir las dosis de fertilización, ya que mejoran su asimilación. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad biológica de varios consorcios de HMA colectados en diferentes ambientes agroecológicos de México. Se estableció un experimento en condiciones de invernadero, se utilizó la variedad de trigo Bárcenas S2002; se evaluaron 15 tratamientos, un testigo fertilizado al 100% (240-60-00 de N-P-K) sin inoculación, un testigo fertilizado al 50% sin inoculación y 13 consorcios de HVA fertilizados al 50%; el diseño experimental fue completamente al azar con 4 repeticiones, las variables evaluadas fueron infección radical a los 20, 30, 40 y 50 días después de la siembra (dds), índice de clorofila y biomasa seca. Los consorcios que colonizaron rápidamente la raíz fueron CC314 y CT323, con 80 y 66.6% a los 20 dds. Para el índice de clorofila los tratamientos *Sclerocystis coremioides*, CC314, CT321 y CD322 obtuvieron los valores más altos, igualando al testigo fertilizado al 100%. En biomasa seca, aunque todos los tratamientos superaron al testigo 50% fertilizado, el tratamiento CD322 fue el único que igualó al testigo 100% fertilizado, este consorcio, además de incrementar el índice de clorofila, mostró alto potencial de efectividad biológica en la producción de biomasa y será evaluado en condiciones de campo.

**Palabras clave:** Inoculantes, Micorrizas, Potencial infectivo.

## RESPUESTA DEL JITOMATE “PINK LOVE APPLE” A LA INOCULACIÓN CON HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA)

Sarahí Figueroa-Pérez<sup>2§</sup>; Oscar Arath Grageda-Cabrera<sup>1</sup>; Sarahyt Gonzalez-Figueroa<sup>2</sup>; José Antonio Ramírez-Ramírez<sup>2</sup>; Rosa María Ceballos-Noriega<sup>3</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Bajío, <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>3</sup>Universidad de Guanajuato-Celaya. §Autor de correspondencia: sara.hi\_figueroa@hotmail.com

### RESUMEN

La inoculación con micorrizas es una de las estrategias utilizadas en la agricultura sostenible. En la presente investigación se evaluó el efecto de cuatro consorcios de HMA (I-156, D-045, C-097 y J-097) en el desarrollo del jitomate variedad Pink Love Apple. El experimento se estableció en condiciones de invernadero con un diseño experimental completamente al azar con 3 repeticiones; se emplearon seis tratamientos: dos testigos (fertilizados al 50% y 100%) y cuatro inoculados con HMA fertilizados al 50%, la dosis de fertilización al 100% fue 236-132-227 (N-P-K). Las variables evaluadas fueron: altura de planta (ALT), índice de clorofila (IC), número de flores (NF), número de frutos (NFR), rendimiento fresco total (RFT) y rendimiento seco total (RST). Para la variable ALT, los consorcios C-129 y J-097 superaron al Testigo 100% fertilizado con un 31 y 25%, respectivamente; en NF y NFR, el consorcio I-156 presentó los valores más altos, incrementando el número de flores y frutos cerca de 50%, esta misma colecta obtuvo rendimientos (RFT Y RST), estadísticamente iguales que le testigo 100% fertilizado. La inoculación con consorcios de HVA potencializa el desarrollo del cultivo; sin embargo, cada uno generó respuestas diferentes según la variable evaluada. El consorcio I-156 fertilizado al 50% igualó el rendimiento del Testigo 100% fertilizado y es una opción de inoculante micorrízico para los productores de esta variedad de jitomate.

**Palabras clave:** Inoculantes, *Solanum lycopersicum*, asimilación de nutrimentos.

## **BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO VEGETAL Y SU EFECTO SOBRE EL CRECIMIENTO DE MAÍZ**

Rosa María Ceballos-Noriega<sup>3</sup>; Rebeca Melesio-López<sup>3</sup>; Oscar Arath Grageda-Cabrera<sup>1</sup>; Sarahyt Gonzalez-Figueroa<sup>2</sup>; José Antonio Ramírez-Ramírez<sup>2§</sup>; Leonardo Zavala Moreno<sup>3</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Bajío, <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>3</sup>Universidad de Guanajuato-Celaya. §Autor de correspondencia: [antonio\\_saul@hotmail.com](mailto:antonio_saul@hotmail.com)

### **RESUMEN**

Entre las estrategias agronómicas sostenibles se encuentra el uso de inoculantes microbianos, que contribuyen a incrementar la eficiencia de asimilación de fertilizantes y enriquecer la microbiota del suelo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad biológica de diferentes cepas de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV) sobre el cultivo de maíz. Se estableció un experimento en condiciones de invernadero bajo un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, se utilizó maíz H442C y se evaluaron nueve tratamientos: ocho cepas de BPCV y un testigo sin inoculación. Las variables determinadas fueron: días a emergencia, altura de planta, índice de clorofila, longitud de raíz, biomasa fresca y biomasa seca. Los resultados más sobresalientes mostraron diferencias altamente significativas en biomasa fresca y seca de raíz, los tratamientos T9-4, T3-35, T8-4 y T7-41 superaron en biomasa fresca de raíz al testigo en 32, 34, 50 y 56 %, respectivamente, lo cual se reflejó en la biomasa fresca total de la planta con las mismas tendencias. Para biomasa seca de raíz, los tratamientos T7-41 y T8-4 superaron en peso al testigo en 103 y 155%, respectivamente. La inoculación de las cepas T7-41 y T8-4 aumentaron el peso y volumen de la raíz, esta característica puede proporcionar a la planta la capacidad de explorar mayor volumen de suelo e incrementar la asimilación de nutrimentos y agua. Estas cepas se seguirán evaluando en condiciones de campo y posiblemente podrán ser utilizadas como inoculantes microbianos comerciales.

**Palabras clave:** *Zea mays*, inoculantes, BPCV.

## COMPUESTOS BIOACTIVOS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE FRUTO Y SEMILLAS DE *Rhus aromatica*.

Gonzalo Soria- Melgarejo<sup>1\*</sup>, César Leobardo Aguirre-Mancilla<sup>2</sup>, José Gabriel Mendoza Díaz<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque.

<sup>3</sup>Estudiante, Instituto Tecnológico Superior de Puruándiro Michoacán. \* Autor de correspondencia:

[iiagonzalo@hotmail.com](mailto:iiagonzalo@hotmail.com)

### RESUMEN

Michoacán ofrece una diversidad de regiones climáticas, lo que permite el desarrollo de sistemas endémicos, que se explotan de manera no sistemática y aun no se caracterizado por completo. Tal es el caso de la "limilla" (*Rhus aromatica*), fruta que se produce en el municipio de Puruandiro, Villa Morelos y otros municipios del estado. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar compuestos fenólicos totales, flavonoides y betalainas, así como la actividad antioxidante por el método DPPH y ABTS. El material biológico fue recolectado de los municipios de Villa Morelos y Puruándiro Michoacán Para su análisis se realizó la separación de pulpa y semilla, para ambos tejidos se tomó 0.5 g para la extracción de los componentes bioactivos en un sistema de extracción metanol-agua (50:50) a pH 2, con un tiempo de agitación de 1h, en seguida la solución fue centrifugada a 2500 g por 10 min, el sobrenadante obtenido se empleó directamente para la cuantificación de fenólicos totales, flavonoides, betalainas y capacidad antioxidante. Para todos los ensayos se realizó una curva de calibración ( $r^2=0.9999$ ), con el estándar de referencia correspondiente. El fruto arroja un contenido de fenólicos totales de 99.68 mg GAE/100g, flavonoides 35 mg EQ/100g, 150.6  $\mu\text{g/g}$ . La actividad antioxidante para fruto, 108.71 mg TEAC/g para DPPH y 59.54 mg TEAC/g para ABTS. La semilla presento un contenido de fenólicos totales de 125 mg GAE/100g, betalainas y flavonoides en cantidades no significativas. La actividad antioxidante para semillas fue de 121.88 mg TEAC/g para DPPH y 107.71 mg TEAC/g para ABTS. Por lo tanto, se aprecia que la semilla presenta mayor contenido de compuestos fenólicos y una mayor capacidad antioxidante en comparación con el fruto, sin embargo, en el fruto se aprecia la presencia de flavonoides.

**Palabras clave:** Limilla, compuestos bioactivos, fruto, semilla, capacidad antioxidante).

## LA HIGUERILLA COMO MATERIA PRIMA EN LA PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES

José Miguel Vega-Ramírez

Tecnológico Nacional de México-Roque. Celaya, Gto. Autor de correspondencia [cardenal-mg@hotmail.com](mailto:cardenal-mg@hotmail.com)

### RESUMEN

La Higuierilla (*Ricinus Communis* L.) es una euforbiáceas que puede ofrecer beneficios en la agricultura. Es una Planta arbustiva, sus compuestos químicos más importantes son ricina, ricinina, lipasa, ricinoleína, proteínas, esterina, palmitina, ácido ricinoleico, ácido isorricinoleico, ácido toxiesteárico, quimasas. El objetivo de esta investigación es dar a conocer la importancia del uso de la semilla de higuierilla en la producción de biocombustibles. El aceite que se utiliza de higuierilla se obtiene bajo las siguientes condiciones: temperatura ambiente, una relación molar metanol/aceite de 9 y una concentración de catalizador de 0.8%. El biodiesel de aceite de higuierilla puede ser mezclado con el combustible diésel convencional derivado del petróleo en proporciones hasta del 15 %, sin que la mezcla resultante se salga de las especificaciones de calidad estipuladas en los estándares nacionales e internacionales. La mayor dificultad para el uso del biodiesel de aceite de higuierilla en motores es su alta viscosidad. Sin embargo, este biocombustible presenta excelentes propiedades de flujo a baja temperatura. El aceite que se obtiene de la higuierilla es demasiado viscoso y no puede utilizarse directamente como combustible, es por ello que se tiene que realizar modificaciones químicas, las cuales consisten en el proceso de transesterificación, pues es de suma importancia sustituir el alcohol de cadena larga (glicerol), por uno de cadena corta, como metanol, mediante el uso de un catalizador, como hidróxido de sodio, para obtener los estándares deseados.

**Palabras clave:** Higuierilla, Materia prima, Biocombustible.

## LOGÍSTICA INVERSA

Antony E. Hernández-Frausto<sup>1\*</sup>; Judith Vázquez-Aguilar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de ingeniería, Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup>Docente, Tecnológico Nacional de México-Roque. \*Autor de correspondencia: [16980314@itroque.edu.mx](mailto:16980314@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

La logística inversa es un proceso mediante el cual las empresas pueden llegar a ser más eficientes medioambientalmente por medio del reciclaje, la reutilización y la reducción de la cantidad de material que utilizan. La mala gestión de los desechos sólidos urbanos perjudica la salud humana y los entornos locales, agravando al mismo tiempo los desafíos que plantea el cambio climático debido a una carente responsabilidad social por parte de las organizaciones, que diseñan y crean sus productos ignorando el destino de estos al final de su vida útil, la sociedad actual está cobrando conciencia de la necesidad de reducir los residuos que todos generamos. Actualmente casi un tercio de los residuos sólidos urbanos son envases y embalajes y año tras año aumenta su crecimiento, es por ellos que la logística inversa facilita la creación de canales de recogida selectiva de residuos, como la estrategia que consiste en la recuperación de los residuos originados por una actividad productiva o de consumo y que se encarga de la recuperación y reciclaje de envases, embalajes y residuos peligrosos; así como de los procesos de retorno de excesos de inventario, devoluciones de clientes, productos obsoletos e inventarios estacionales. Si bien la logística inversa representa un gran reto para llevarla a cabo dentro de las organizaciones, también se traduce en beneficios para las mismas, estos se engloban en tres clasificaciones, servicio/mercado, costos y seguridad ambiental.

**Palabras clave:** medio ambiente, reutilización, reciclaje, organización y logística inversa.

## **CALIDAD DE MAÍZ ALMACENADO A TRAVÉS DE TECNOLOGÍAS HERMÉTICAS EN LA SIERRA ALTA HIDALGUENSE**

Raúl Valentín Islas<sup>1</sup>; María del Socorro Fuentes-Andrade<sup>1</sup>; Cesar Jiménez-Pelcastre<sup>1</sup>; Ricardo Guevara-Herrera<sup>1</sup>; Sara Cano-Velasco<sup>2</sup>; Jessica Jazmín Gonzáles-Regalado<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Integrantes del cuerpo académico de la Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense. Área Recursos Naturales.

<sup>2</sup>Estudiante de TSU en Recursos Naturales, UTSH. <sup>3</sup>Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Autor de correspondencia: [valentin.raul@hotmail.com](mailto:valentin.raul@hotmail.com)

### **RESUMEN**

El deterioro de la calidad de los granos almacenados bajo condiciones tradicionales en el medio rural, genera una pérdida de este cereal entre un 20 al 30 %; provocando la baja rentabilidad del cultivo en las zonas productoras de maíz de la Sierra Alta del estado de Hidalgo. El objetivo de la presente investigación consistió en medir el deterioro de los granos de maíz almacenado en poscosecha mediante el uso de tecnologías herméticas; contando con los siguientes tratamiento; “T1 Testigo”; “T2 Tratamiento con fosforo de aluminio”; “T3 Silo hermético”; “T4 bolsa plástica hermética”. El diseño experimental que se utilizó fue bloques al azar, con tres repeticiones y cuatro tratamientos, teniendo un total de 12 unidades experimentales, el tiempo de almacenamiento fue de seis meses en 2018. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), entre los tratamientos; para la variables peso final de grano, humedad del grano en %, peso de granos dañados, numero de granos dañados y peso de granos sin daño, oscilando los coeficientes de variación entre 3 y 10. Así mismo la comparación de medias a través de la prueba de Tukey, mostro que los mejores tratamientos para la variable peso final de grano sin daño son; T2, T3 y T4, con solo el 2 % de pérdida de grano; así mismo la humedad inicial se mantuvo en un 13 %. El T1 testigo, presento el mayor deterioro de grano al final de los seis meses con un perdida de 32 %. Por lo que se concluye que las tecnologías herméticas, son una alternativa para conservar el maíz en poscosecha sin la utilización de la fosfina.

**Palabras clave:** *Zea mays*, peso final de grano, humedad del grano en %, peso de grano dañados, numero de granos dañados, peso de grano sin daño.

## IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS AGROINDUSTRIALES: SISTEMAS HIDROPÓNICOS

Adán Gómez-Cruz; Ruth Adriana Muñiz-Camacho

Tecnológico Nacional De México-Roque. Autor de correspondencia [14980670@itroque.edu.mx](mailto:14980670@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

La implementación de las tecnologías dentro del ámbito agroindustrial representa una de los factores más importantes hoy en día ya que con ello se automatizan y se llevan a cabo procesos rigurosos de con mayor eficiencia en periodos de tiempo más cortos ya que agilizan o automatizan; el objetivo primordial de este proyecto es demostrar la importancia y capacidad de las tecnologías dentro del ámbito agroindustrial. Contando con un sistema de riego hidropónico y suministrando micronutrientes: fosforo (P), potasio (K) y nitrógeno (N) en una porción de 5% cada uno formando un 15% total de la total del medio acuoso, y censando el pH el cual es regulado suministrando ácido nítrico (H<sub>2</sub>NO<sub>3</sub>). La conglomeración de todos estos factores genero un ambiente adecuado para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) el cual mostro resultados favorables al tener un índice de éxito del 95% en el cultivo hidropónico a diferencia de sus contrapartes cultivadas en un medio terrestre de una manera tradicional ya que en estas se presentó un índice de éxito del 80% en su cultivo ya que estas se vieron afectadas por Gusano gris (*Agrotis sp*) por ello se demuestra mayor seguridad en la implementación de un sistema hidropónico para el cultivo de hortalizas además de que representan un medio favorable para evitar plagas y habilitar el usos de espacios no aptos para el cultivo convencional.

**Palabras clave:** agroindustria, tecnología, innovación, campo, hidroponía

## ARREGLO TOPOLÓGICO Y DOSIS DE COMPOSTA EN LOS COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE FRIJOL

Rubén García-Silva<sup>1\*</sup>; Alfredo Josué Gámez-Vázquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío, INIFAP, Km. 6.5 Carr. Celaya - San Miguel de Allende, 38110, Celaya, Gto., México.

\*Autor de correspondencia: [garcia.ruben@inifap.gob.mx](mailto:garcia.ruben@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

En México la superficie de frijol ha tendido a disminuir y aunado a rendimientos bajos se ha originado un déficit en la oferta de este grano. El objetivo fue evaluar el efecto de arreglo topológico y dosis de composta en los componentes del rendimiento de frijol. El estudio se realizó en el Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto., en el ciclo PV 2014. Se utilizó el diseño bloques al azar en arreglo de parcelas divididas, con dos repeticiones; parcelas grandes fueron: doble (DH), triple (TH), cuádruple (CH), quíntuple (QH) y séxtuple hilera (SH) por melga; parcelas chicas fueron: dosis de composta: 0, 5, 10 y 15 t ha<sup>-1</sup>. Se midieron: rendimiento de grano (RG), vainas por planta (VP), densidad de plantas (DP), índice de cosecha (IC), cobertura vegetal (Cv) y estimó superficie de abastecimiento de consumo per cápita (SAP). Los tratamientos estudiados afectaron significativamente a estas variables ( $p \leq 0.05$ ). RG mayores (3,043 kg ha<sup>-1</sup>) se alcanzaron con CH y las dosis 10 y 15 t ha<sup>-1</sup> de composta; VP máximos (14.5) se lograron con TH y dichos niveles de composta; IC máximos se asociaron con rendimientos altos; DP aumentó con el número de hileras (294 mil pt ha<sup>-1</sup>), SH superó en 29 % a DH; Cv mayores fueron con QH, CH, TH y las dosis altas de composta (>90 %), superaron a DH  $\approx 37$  %; la SAP más eficiente fue con CH ó 10 t ha<sup>-1</sup> de composta (41y 46 m<sup>2</sup>/12 kg). Se concluye que el arreglo a cuatro hileras o la dosis 10 t ha<sup>-1</sup> de composta contribuyeron al mejoramiento del rendimiento y sus componentes y, en la eficiencia de abastecimiento per cápita de frijol.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris*, Productividad, Fertilización orgánica, Densidad de plantas, Método de Siembra.

## EFFECTO ANTIBACTERIANO DE PELICULAS DE QUITOSANO Y GELATINA

María T. Maldonado-Mancera<sup>1\*</sup>; Martha J. Navarro-León<sup>1</sup>; Juan C. Raya-Pérez<sup>1</sup>; Cesar L. Aguirre-Mancilla<sup>1</sup>; Jorge Covarrubias-Prieto<sup>1</sup>; Jesús R. Rodríguez-Nuñez<sup>2</sup> y Juan G. Ramírez-Pimentel<sup>1§</sup>.

<sup>1</sup>TecNM –Roque. Carretera Celaya - Juventino Rosas Km. 8. Celaya., Gto. México. C. P. 38110. <sup>2</sup>UG campus Celaya-Salvatierra. Mutualismo 303. Centro. Celaya, Gto. §Autor de correspondencia: [garamirez@itroque.edu.mx](mailto:garamirez@itroque.edu.mx).

### RESUMEN

En el cultivo de ajo (*Allium sativum L.*), recientemente se han encontrado enfermedades nuevas causadas por bacterias no reportadas previamente. El objetivo de esta investigación fue formular películas antibacterianas que ayuden a mantener la sanidad de la semilla. Se prepararon 9 tratamientos: 1) Quitosano 2 %, 2) Gelatina 2.5 %, 3) Gelatina-Quitosano 1.25-1 %, 4) Gelatina/Quitosano 2.5/2 %, 5) Quitosano 1 %, 6) Gelatina 8 %, 7) Gelatina-Quitosano 4-0.5 %, 8) Gelatina/Quitosano 8/1 %, 9) Testigo Gelatina- Quitosano 0-0 %, todas las concentraciones fueron p/v. En cajas petri con medios de cultivo PDA, se realizó un orificio de diámetro de 22 mm, se colocó la película correspondiente y se sembró la bacteria (Cepa 1 y Cepa 2) a 28 °C por 17 h. La prueba se realizó por duplicado. Para la cepa número 1, las películas que tuvieron un halo de inhibición superior a 30 mm de diámetro fueron el tratamiento 1) Quitosano 2 % y 3) Gelatina-Quitosano 1.25-1 %, comparado con el testigo que no se observó ningún halo de inhibición; para la cepa número 2, las películas que tuvieron un halo de inhibición superior a 30 mm de diámetro fueron los tratamientos 1) Quitosano 2 %, 3) Gelatina-Quitosano 1.25-1 % y 5) Quitosano 1 % comparado con el testigo que no se observó ningún halo de inhibición. Por lo que se concluye que las películas con base de Quitosano y compuestas de Quitosano y Gelatina mostraron una buena actividad antibacteriana.

**Palabras clave:** Películas, actividad antibacteriana, halo de inhibición.

## **CULTIVO Y MANEJO DE HIGO (*Ficus carica* L.) EN CONDICIONES DE INVERNADERO BAJO SISTEMA DE PODAS**

Tomás García-Lima<sup>1</sup>; Sol Yalin-Cervantes<sup>1</sup>; Francisco Chablé-Moreno<sup>2</sup>; Jesús Frías-Pizano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Ingeniería en Agronomía del Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup>Profesor, Tecnológico Nacional de México-Roque. Autor de correspondencia: tomas-garcia98@98hotmail.com

### **RESUMEN**

La higuera se adapta a una gran variedad de suelos, puede desarrollarse exitosamente en suelos desde gruesos y arenosos, hasta pesados y arcillosos; también puede crecer en suelos ácidos o básicos. Los mayores índices de productividad son mayores en tierras fértiles y profundas y suelos aluviales bien drenados, con elevado contenido de cal o en suelos calcáreos. Normalmente, la higuera presenta un sistema radical superficial, pero donde el suelo lo permite, puede formar raíces profundas, con lo que mejora la retención y absorción de agua y nutrientes, lo cual es fundamental durante periodos secos. El objetivo del trabajo consiste en realizar un manejo agronómico del cultivo de la higuera en invernadero, realizar las podas para optimizar la estacionalidad de la productividad y con ello incrementar los ingresos del productor rural, para rentabilizar la estructura productiva. Una etapa esencial es favorecer el desarrollo de ramas laterales en cada entrenudo, por lo que en poco tiempo se consigue el número de ramas deseadas. La higuera es una planta muy sensible que responde muy fácilmente a pequeños cambios ambientales, por lo que su manejo requiere de bastante precisión. Una poda adecuada permite renovar la madera productiva y facilitar la cosecha. Se realiza en invierno e implica rebajar los brotes de la temporada anterior a 3-4 yemas. Cada brote productivo puede producir entre 8 y 15 higos (depende de la variedad y el clima) y los pesos de los frutos fluctúan entre 10 y 50 g. Este manejo tiene como objetivo renovar la madera productiva y facilitar la cosecha. Un manejo adecuado de la planta de higuera puede producir ingresos económicos suficientes a un productor rural al manejar eficientemente su huerto técnicamente.

**Palabras clave:** Higo, *Ficus carica*, poda, cultivo en invernadero

## **AVANCES EN EL OSMOACONDICIONAMIENTO DE SEMILLAS DE CHILE HABANERO PARA SU EMERGENCIA**

Monserrat Zapatero-Olivares<sup>1</sup>, Víctor Hugo Torres-Peña<sup>1</sup>, Mary Carmen Luna-González<sup>1</sup>, Brenda Beatriz Sánchez-Rodríguez<sup>1</sup>, Elisa Franco-Vadillo<sup>2</sup>; Francisco Chable-Moreno<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudiantes de Innovación Agrícola Sustentable TecNM Roque, <sup>2</sup>Profesor-Investigador TecNM Roque. Autor de correspondencia: fchable4oct@hotmail.com

### **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del osmoacondicionamiento en semillas de chile habanero de seis genotipos en su emergencia. Esta técnica permite mejorar la germinación y emergencia en forma rápida y sincronizada. La germinación consiste en la elongación de la radícula y ruptura de la región micropilar, la emergencia se considera la elongación del hipocotilo y exponer las hojas cotiledonares sobre el suelo. La germinación de esta especie es baja por la presencia de ceras sobre la testa de la semilla, además de perder su viabilidad rápidamente. Existen técnicas físicas y químicas (Agua caliente, AG<sub>3</sub>, KNO<sub>3</sub>) para promover la germinación, su tratamiento es el osmoacondicionamiento. El trabajo se desarrolló en el laboratorio del TecNM-Roque, ubicado en el km 8, carretera Celaya-J. R, a una altura de 1775 msnm y temperatura media de 21°C. Se empleó seis selecciones de chile habanero cosechadas en 2017. Para el osmoacondicionamiento se usó Yara (nitrógeno, potasio, fosforo, magnesio, boro, zinc, manganeso y hierro P/V), KNO<sub>3</sub> (1% P/V) y como Testigo (Agua), durante 3 días y posteriormente se establecieron charolas de unicel en sustrato de Peat Moos<sup>®</sup>. El diseño experimental fue completamente al azar con 18 tratamientos y 3 repeticiones (40 semillas por repetición). Los datos preliminares se analizaron mediante estadística descriptiva. La emergencia dio inicio a los 12 días, donde el tratamiento 3 (Genotipo 1 - Agua) alcanzó un 6.8% de emergencia, el tratamiento 7 (Genotipo 3 - Yara) logró un 4 % de emergencia. A los 20 días se obtuvo en el genotipo 3 en osmoacondicionamiento con Yara un 17.5 % de emergencia, el mismo genotipo con KNO<sub>3</sub> alcanzó un 20 % y en agua 22.5 %, el genotipo 5 presentó la mayor respuesta al osmoacondicionamiento, en contraste el genotipo 4 fue el de menor emergencia durante la evaluación de esta prueba.

**Palabras clave:** Osmoacondicionamiento, Emergencia, Chile habanero

## CREACIÓN Y DISEÑO DE UNA PÁGINA WEB

Hernández-López Juan

Estudiante, Tecnológico Nacional de México-Roque. Autor de correspondencia: [14980673@itroque.edu.mx](mailto:14980673@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

En la actualidad hay muchas formas de desarrollar una página web y dependiendo del tipo del cual queramos diseñar nuestra página va de la mano con la complejidad y dificultad o facilidad en la elaboración de sí misma, además de la forma y de las herramientas que vamos a utilizar para su elaboración, desde algunas muy sencillas y hasta otras un tanto más complejas que de igual forma nos son de gran utilidad, gracias a la tecnología de la cual podemos hacer uso con mucha facilidad en nuestros días y además de que todos tenemos acceso a ella disponemos de herramientas que podemos encontrar en internet tales como aplicaciones de tipo software para crear y gestionar sitios web, y también se les conoce como CMS (“Content Management System”, sistema de gestión de contenidos). Que son muy fáciles de hasta para un principiante ya que podemos acceder a mucha información e incluso video tutoriales que los podemos encontrar en la web. Para su elaboración se tiene que tener muy en claro cierta información que nos ayudara para su mejor desarrollo y excelentes resultados tales como: la idea principal de la página web, de que tipo será, cuáles son sus objetivos, hacia quien va dirigida, hacer un diseño responsivo, y dependiendo del objetivo de la página hay aspectos particulares de cada tipo de página a considerar. Y en base a eso tendremos la mejor información para saber y poder guiarnos de qué tipo de página web es la que vamos a crear y diseñar para que cumpla con nuestras expectativas y objetivos, además de que vamos a lograr que nuestra página web sea una página de éxito, una vez teniendo todo lo antes mencionado preparado, podremos proseguir con la correcta realización, elaboración y diseño de nuestra página web.

**Palabras claves:** software, web, aplicaciones.

## **EVALUACIÓN DE CEPAS DE MICROORGANISMOS COMO PROMOTORES DE GERMINACIÓN EN SEMILLAS DE BRÓCOLI (*Brassica oleracea*)**

José Gómez-Espinoza<sup>1\*</sup>; Ahuizolt de Jesús Joaquín-Ramos<sup>2</sup>; Cesar Leobardo Aguirre-Mancilla<sup>2</sup>;  
Juan Gabriel Ramírez-Pimentel<sup>2</sup>; Miguel Ángel Ávila-Perches<sup>3</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Profesor-Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>3</sup>Investigador, Campo Experimental Bajío, INIFAP.CIRCE. \*Autor de

correspondencia: [18981029@itroque.edu.mx](mailto:18981029@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

El presente trabajo tuvo como objetivo identificar microorganismos aislados del microbioma de plantas silvestres como promotores de germinación en semillas de brócoli (*Brassica oleracea*). Se seleccionaron 7 cepas provenientes de diferentes suelos rizosféricos y plantas medicinales del estado de Guanajuato. El efecto de las cepas seleccionadas se evaluó la velocidad de emergencia, porcentaje de germinación, longitud de raíz de manera in vitro. El efecto sobre el crecimiento del cultivo se estudió en condiciones de cámara de crecimiento, utilizando cajas Petri, manteniéndolas en una inclinación de 60°, las cuales se tuvieron 7 cepas seleccionadas, un control comercial (ácido giberélico) como control positivo y un control negativo en el cual no fueron inoculadas las semillas y tres repeticiones. En las cuales se pudo encontrar que algunas de las cepas evaluadas, dos de ellas promovieron la elongación de la raíz y parte aérea en mayor dimensión que los controles, de las cuales destacaron las cepas 1, MT3. Por lo cual podrían recomendarse como potenciales PGPR en este cultivo, como alternativa ecológica para reducir el uso de productos químicos.

**Palabras claves:** rizosféricos, rizobacterias promotoras del crecimiento de plantas (PGPR), brócoli (*Brassica Oleracea*)

## **DETERMINACIÓN DEL PARASITISMO NATURAL DE GUSANO COGOLLERO EN MAIZ EN UNA PARCELA DE JARAL DEL PROGRESO, GUANAJUATO**

Caren B. Hernández-Cabello<sup>1\*</sup>; Andrés Lerma-Tolentino<sup>1</sup>; César Aguilar-Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiantes de Ingeniería en Agronomía, TecNM-Roque. <sup>2</sup>Profesor-Investigador, TecNM-Roque. \*Autor de correspondencia: [hernandezcabellocarenbeatriz@gmail.com](mailto:hernandezcabellocarenbeatriz@gmail.com)

### **RESUMEN**

En la actualidad existe un uso excesivo de agroquímicos en el control de plagas que, si bien cumplen con su propósito, genera también problemas ambientales. La presente investigación tuvo como objetivo identificar los parasitoides del gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*); así como determinar el porcentaje de parasitismo natural de dicha plaga en una parcela de maíz del municipio de Jaral del Progreso, Guanajuato. Se hicieron 3 colectas de larvas de gusano cogollero en diferentes estadios; la primera a los 21 de la siembra; la segunda a los 49 días y la tercera a los 70 días. Éstas se realizaron a temprana hora y las larvas se colocaron en vasos de plástico de 8 x 7.5 cm con el alimento en el que se encontraba para evitar el estrés de ésta; se les hicieron pequeños orificios en las tapas con una aguja para que existiera ventilación. Los vasos se colocaron en un lugar iluminado y amplio. Las revisiones fueron cada dos días y consistieron en observar y registrar el estado general de las larvas, si estaban vivas (activas o pasivas), así como características de sus excrementos (frescos o secos). Además, se cambió el alimento de los frascos evitando molestarlas. Los parasitoides colectados se enviaron a INIFAP para su identificación. El porcentaje de parasitismo natural fue del 4.56% de un total de 372 larvas colectadas, de las cuales se encontraron 8 especímenes del género *Campoletis* sp, 2 del género *Ophion* sp, 1 del género *Chelonus* sp, y 6 de la familia Braconidae (aún sin identificar género).

**Palabras clave:** gusano cogollero, control biológico, parasitismo natural.

## EVALUACIÓN DE LÍNEAS DE MAÍZ DE ENDOSPERMO NORMAL VS QPM DE GRANO BLANCO Y AMARILLO

Juan A. Valadez-Vargas<sup>1</sup>; Mariano Mendoza-Elos <sup>1\*</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>1</sup>; Jorge Covarrubias-Prieto<sup>1</sup>; Juan C. Raya-Pérez<sup>1</sup>; Sergio A. Rodríguez-Herrera<sup>2</sup>; Jesús Frías-Pizano<sup>1</sup>; Enrique Andrio-Enríquez<sup>1</sup> y José J. Patiño-Gutiérrez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/ITRoque. Celaya, Gto. <sup>2</sup> Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. \* Autor de correspondencia: [mmendoza66@hotmail.com](mailto:mmendoza66@hotmail.com)

### RESUMEN

El maíz desde el punto de vista alimentario, social, económico y político es el cultivo más importante del país. En México la producción la encabeza Sinaloa con 5.3 Mt/año, segundo Jalisco con 3.3 Mt/año, tercero el Estado de México con 2.0 Mt/año, Guanajuato ocupa el sexto lugar con 1.0 Mt/año. Los caracteres agronómicos en maíz de alta calidad proteica juegan un papel indispensable, así como el contenido de aminoácidos esenciales como lisina y triptófano. El objetivo fue evaluar los caracteres agronómicos en maíz con alta calidad proteica blanco y amarillo. Se sembraron 21 genotipos en tres repeticiones, se evaluaron altura de planta (AP) tomada a nivel del suelo a la espiga, el diámetro de tallo (DT) en el primer entrenudo abajo de la mazorca, número de hojas (NH) en madurez fisiológica y peso de 1000 semillas (P100S). Las variables se sometieron a un diseño bloques completos al azar y comparación de medias DMS. Los resultados mostraron diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) en tratamientos en cada una de las variables. En AP y DT 10 genotipos superaron la media (1.75 m) y (19.79 mm), CLWN806 el de mayor altura (2.36 m) y CLQ6316 en diámetro (25.73 mm), 11 líneas superaron la media de 12 hojas, en la última variable P100S 14 genotipos superaron la media de 22.98 g, CLWQHZN77 con 34.33 g fue el mayor.

**Palabras Clave:** Líneas, maíz, calidad y proteína.

## **CALIDAD DE LA SEMILLA EN CEREALES DE GRANO PEQUEÑO BAJO ESTRÉS HÍDRICO**

Daniela Guerrero-Conejo<sup>1\*</sup>; Gilberto Rodríguez-Pérez<sup>2</sup>; Ahuiztolt de Jesús Joaquín-Ramos<sup>3</sup>;  
César Leobardo Aguirre-Mancilla<sup>3</sup>; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Posgrado del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque, <sup>2</sup>Profesor-investigador del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui. <sup>3</sup>Profesor-investigador del Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque. \*Autor de correspondencia:

[18981031@itroque.edu.mx](mailto:18981031@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la limitación de agua durante la etapa de llenado de grano (antes de la madurez fisiológica) sobre los componentes fisiológicos y numéricos del rendimiento de triticales mediante estrés hídrico. El experimento se llevó a cabo en el ciclo OI-2018 en el campo experimental del Instituto Tecnológico de Roque. La densidad de siembra fue de 80 kg ha<sup>-1</sup>, se utilizaron 3 genotipos experimentales de triticale. El diseño experimental fue de bloques al azar con arreglo en franjas donde se aplicaron 1, 2 y 3 riegos, el factor A fueron los genotipos y el factor B los riegos, en 3 repeticiones. Las variables registradas fueron: longitud de espiga, número de semillas por espiga, longitud de semilla y peso de 1000 semillas. Los resultados mostraron que en longitud de espiga el genotipo 3 obtuvo el mayor promedio de 11.5 cm, en cuanto a número de semillas el genotipo 2 presentó mayor promedio con 59.62, para peso de 1000 semillas y longitud de semilla el genotipo 1 obtuvo mayor promedio; referente a los riegos en el tercero se presentaron mayores promedios en longitud de espiga, longitud de semilla, número de semillas y peso de 1000 semillas con valores de 113.16 mm, 83.51mm, 63.82mm y 44 g respectivamente.

**Palabras clave:** estrés hídrico, triticales, semillas y rendimiento de grano

## **DESARROLLO DE UN PLAN ESTRATÉGICO PARA EL APROVECHAMIENTO DE RECURSOS NATURALES Y EXPORTACIÓN DE PRODUCTOS CULTIVADOS EN RANCHO LAS LIEBRES**

Guadalupe Ximena Acosta-Robles; Cinthya Sayde Arredondo-Córdoba; Luz Mireya Arredondo-Córdoba; Diana Berenice Ramos-Anguiano; Ricardo Basilio-Ángeles\*.

Instituto Tecnológico Superior de Irapuato. \*Autor de correspondencia:

[ricardo.basilio@esitesiedu.onmicrosoft.com](mailto:ricardo.basilio@esitesiedu.onmicrosoft.com)

### **RESUMEN**

México destina una gran cantidad de hectáreas para el cultivo de productos agrícolas; mientras que el bajío es la zona tradicional de producción de fresa en el estado de Guanajuato y actualmente la más importante. En 1946 surge en Irapuato la principal empresa dedicada a la comercialización de fresa destinándose principalmente a Europa y EE. UU. Con base a lo anterior, este proyecto emplea un análisis de “Aprovechamiento de los recursos naturales y exportación de berries en Rancho Las Liebres” el cual hace referencia a la utilización efectiva de los recursos y la comercialización de dichos productos en un mercado exterior. Este proyecto se lleva a cabo en “Rancho Las Liebres” ubicado en la ciudad de Irapuato, dedicado principalmente al cultivo de fresa y productos de temporada. El objetivo de este proyecto es desarrollar un plan que permita aprovechar los recursos del “Rancho las Liebres” en su totalidad para posterior a esto llevarlos al mercado exterior. Para la recolección de datos se realizaron cuestionarios y entrevistas a dueños, trabajadores y/o recolectores de dicho lugar, también se indago en registros que participaron en la investigación, así como búsqueda en paneles como lo son INEGI, SAGARPA, CONAGUA, PROMEXICO, SEDAGRO Y SAGER. Con lo ya mencionado pudimos crear una nueva técnica de cultivo con un mercado establecido en el exterior obteniendo un desarrollo económico significativo para “Rancho las Liebres”

**Palabras clave:** Recursos naturales, exportación, cultivo, desarrollo económico y técnica.

## **DETERIORO DE LA SEMILLA DE MAÍZ EN TRES AÑOS DE ALMACENAMIENTO**

Claudia Acosta-González<sup>1</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2</sup>; Francisco Chablé-Moreno<sup>2</sup>; Jesús Frías-Pizano<sup>2</sup>; Enrique Andrío-Enriquez<sup>2</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque.

\*Autor de correspondencia: garcia\_2956hotmail.com

### **RESUMEN**

El maíz es uno de los cultivos más importantes a nivel nacional y mundial, por sus usos en la industria y en la alimentación humana y animal. La semilla se puede considerar como un insumo estratégico en la producción; para garantizar altos rendimientos la semilla debe contar con los componentes de calidad. Dentro del componente fisiológico se encuentra la prueba de germinación estándar, este procedimiento es ampliamente usado y aceptado como indicador de la calidad de las semillas. Sin embargo, debido a que esta prueba se realiza bajo condiciones óptimas para cada especie, en la práctica esta prueba ha mostrado sobreestimar el comportamiento de las semillas y además, resulta deficiente para discriminar lotes de semilla en relación con la rapidez y uniformidad de germinación. Por lo que esta investigación tuvo como objetivo estudiar los factores que están íntimamente relacionados con el deterioro de la semilla de maíz en tres años de almacenamiento. La cosecha se realizó durante el ciclo agrícola PV-2015, Posteriormente se sometieron a la prueba de envejecimiento acelerado 20 variedades experimentales de los grupos heteróticos (TNMR-A y TNMR-B). Las variables se analizaron con el paquete estadístico SAS Versión 9.2. En cuanto a los resultados en primer año el mayor porcentaje de germinación lo obtuvieron las variedades; TNMRB con 100% y con 95 las variedades TNMR-0B 10 y las de menor germinación fue TNMR-B 08; en el 2016 con el 90% las variedades TNMR B07, TNMR-B03 y TNMR-B02, durante los años 2017 y 2018 la mayoría de las variedades se vieron afectadas por el deterioro causado por las condiciones de almacenamiento. Sin duda la calidad de la semilla desmerece al del tiempo de almacenamiento de la semilla.

**Palabras claves:** deterioro, germinación, envejecimiento acelerado.

## **EVALUACIÓN DE PROMOTORES RADICULARES EN CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)**

Tania Vega-Paredes<sup>1</sup>; Carlos Cuellar-Zambrano<sup>2</sup>; José Honorato Arreguín-Centeno<sup>3\*</sup>; Carlos Omar Padilla-Ramirez<sup>3</sup> y Antonio Vásquez-Ortega<sup>3</sup>

<sup>3</sup>Alumno de Posgrado del Instituto Tecnológico de Roque, <sup>1</sup>Alumno Licenciatura Instituto Tecnológico de Roque,

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. \*Autor de correspondencia:

[honorato.arreguin@gmail.com](mailto:honorato.arreguin@gmail.com)

### **RESUMEN**

La importancia de obtener hortalizas de calidad y altos rendimientos en la producción agrícola involucra la utilización de diversos métodos. Considerado el sistema radicular como el punto de crecimiento primario debido a que da inicio al sistema de crecimiento a partir de la absorción de agua y nutrientes minerales, a través de un enraizador las raíces son estimuladas para que la planta crezca con vigor, minimizando daños por plagas o enfermedades. Es por esto la importancia de conocer la eficacia con la que actúan en el crecimiento del sistema radicular que a su vez se genera el crecimiento y desarrollo durante todo el ciclo de vida del cultivar. El objetivo de la presente investigación es evaluar la efectividad de enraizadores comerciales sobre el cultivo de cebolla con la cual se pretende dar a conocer y resaltar la importancia y beneficios que se logran al utilizarlos significando un complemento que asegura el crecimiento radicular en todo tipo de vegetales. Utilizando 4 diferentes productos (Radican, T3000, Pro Root, Raizorg y H-85, cada uno manejado como un tratamiento con 3 repeticiones, se estableció un diseño completamente al azar. Se realizó monitoreo para medir altura de planta y diámetro de tallo. Los resultados obtenidos muestran superioridad en la variable altura de planta con el producto comercial Raizorg, para la variable diámetro de tallo el mejor producto comercial fue H-85.

**Palabras clave:** *Allium cepa*, enraizador, sistema radicular, complemento.

## **CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA EN POBLACIONES CRIOLLAS DE CHILE ANCHO DE SAN LUIS DE LA PAZ, GUANAJUATO**

Mercedes González-Gómez<sup>1\*</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2</sup>; José Luis Pons-Hernández<sup>3</sup>; Mariano  
Mendoza Elos<sup>2</sup>; Davino Pérez Mendoza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante graduado de Maestría, Instituto Tecnológico de Roque. <sup>2</sup>Profesor-Investigador, Instituto Tecnológico de Roque. <sup>3</sup>Investigador, INIFAP-CEBAJ. \*Autor de correspondencia: [mercy2287@gmail.com](mailto:mercy2287@gmail.com)

### **RESUMEN**

El objetivo de la presente investigación consistió en realizar una caracterización morfológica de cuatro poblaciones criollas de chile ancho (*Capsicum annuum* L.) procedentes del Municipio de San Luis de la Paz, Guanajuato. La investigación se realizó bajo condiciones de invernadero en el INIFAP-CEBAJ en 2015 y 2016. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 4 poblaciones y 2 repeticiones, considerando 18 plantas por repetición como lo indica el manual de descriptores del SNICS. Se registraron los siguientes caracteres; altura de planta (ALT), color de antocianinas en el nivel de los nudos (CAN), longitud de hoja (LH), anchura de hoja (AH), pubescencia de la hoja (PH), diámetro de fruto (FD), longitud de fruto (FL), relación longitud-anchura de fruto (FRLA), cavidad peduncular del fruto (FCP), profundidad de la cavidad peduncular del fruto (FPCP), grosor del pedúnculo del fruto (FRGP), longitud del pedúnculo del fruto (FRLP), grosor del pericarpio del fruto (FGP), tiempo inicio de floración (TIF) y tiempo de maduración (TM). Se realizó un análisis de componentes principales (ACP), usando el paquete estadístico PAST Ver. 3.15. Los resultados del ACP para el ciclo 2015 mostraron dos componentes principales y explicaron el 78.067 % y en el ciclo 2016 el 78.957 % de la variabilidad total entre las poblaciones. En el análisis conjunto para los ciclos 2015-2016 explicó el 74.796 % de la variabilidad total. Por otro lado, en 2015 las variables con mayor capacidad explicativa para ambos componentes fueron: FRLA, FL, FD, LH, FCP, PH CAN, FRGP, TM, ALT, FGP y FPCP y en 2016 las siguientes características: ALT, FL, TIF, FRLA, FD, FRLP, FCP, LH, FPCP y FGP.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum*, caracterización morfológica, análisis de componentes principales.

## **EVALUACION VARIETAL DE COLECTAS DE MAIZ PALOMERO (*Zea mayz everta*)**

Juan Carlos Martínez-García<sup>1</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2\*</sup>; Francisco Chablé Moreno<sup>2</sup>; J.  
Guadalupe García-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque.

\*Autor de correspondencia: [frcervantes@itroque.edu.mx](mailto:frcervantes@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue crear genotipos con potencial agronómico de maíz palomero mediante selección varietal. Se evaluaron 21 genotipos; 13 líneas (S0) y 8 por polinización libre (PL). De cada genotipo se midieron los siguientes componentes de rendimiento; Numero de hileras por mazorca (NH), Granos por hilera (GH), Granos por mazorca (GMZ), Longitud de La mazorca (LMZ), Diámetro de la mazorca (DMZ), Peso del olote (PO), Peso de grano (PG), Peso volumétrico (PV), Peso promedio de 1000 semillas (P1000S); que determinaran el rendimiento de cada genotipo. Los materiales se cultivaron en el ciclo primavera-verano del 2018. Los resultados se analizaron de acuerdo al rendimiento potencial por hectárea. Las líneas (S0) que presentaron mayor rendimiento fueron; (01S019, 03S019, 05S019, 13S019) teniendo un rendimiento mayor 4.1 ton ha<sup>-1</sup>. Por otra parte, los mejores genotipos de polinización libre (PL) fueron;(14PL19, 15PL19, 20PL19, 21PL19) un rendimiento superior 4.2 t ha<sup>-1</sup>. Por el contrario, los genotipos (S0) que mostraron menor rendimiento fueron; (08S019, 10S019, 11S019) Dando como resultado un rendimiento menor de 3.0 t ha<sup>-1</sup>. En conclusión, de acuerdo con el estudio realizado los genotipos (PL) mostraron mejor rendimiento a comparación de (S0), sin embargo, los mejores genotipos que mostraron mayor rendimiento fueron; 05S019 con 4.515 t ha<sup>-1</sup>, 20PL19 con 4.5 t ha<sup>-1</sup>. El número de hileras (NH), peso del grano (PG) y peso volumétrico (PV) son factores que determinan el rendimiento.

**Palabras clave:** Componentes de Rendimiento, Maíz palomero, rendimiento, S0, PL.

## **¿*Trichoderma* spp. ANTAGONISTA DE *Rhizoctonia solani* Y *Sclerotium rolfsii*?**

Bertha M. Sánchez-García<sup>1§</sup>; Luis P. Guevara-Acevedo<sup>2</sup>; Alejandra Mora-Avilés<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Doctorado en Ciencias en Producción Agroalimentaria. Tecnológico Nacional de México- Roque. Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. 38110. Celaya, Guanajuato, México. <sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México- Roque. Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. 38110. Celaya, Guanajuato, México. <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Región Centro, Campo Experimental Bajío. Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel de Allende. 38110. Celaya, Guanajuato, México. §Autor de correspondencia: bmsgma@yahoo.com.mx

### RESUMEN

*Trichoderma* spp. es un antagonista que posee diferentes mecanismos de acción sobre los fitopatógenos como cambios estructurales a nivel celular; tales como vacuolización, desintegración del citoplasma y lisis celular. El objetivo de esta investigación fue determinar si, 2 cepas de *Trichoderma* (nativa y comercial) inhiben a *R. solani* y *S. rolfsii* *in vitro*. Para ello se inoculó 50 µL a 10<sup>6</sup> conidios mL<sup>-1</sup> de las cepas de *Trichoderma* en el centro de cajas Petri con PDA, enseguida se colocaron fragmentos de los hongos *R. solani* y *S. rolfsii* sobre los conidios, haciendo 3 réplicas por antagonista y testigo. La evaluación se realizó a las 96 h, marcando 4 puntos en las cajas Petri a distancias de 2 y 4 cm de la co-inoculación. Fragmentos de las diferentes distancias fueron observadas al microscopio compuesto. Los resultados mostraron que los fitopatógenos presentaron daños celulares menores por parte de las 2 cepas de *Trichoderma* a las diferentes distancias, inclusive se logró observar el sobrecrecimiento y la formación de esclerocios por parte de *S. rolfsii* sobre el antagonista, lo que indica que la cepa nativa y comercial de *Trichoderma* no fueron capaz de micoparasitar o competir por espacio y nutrientes contra los fitopatógenos.

**Palabras clave:** *Trichoderma*, co-inoculación, fitopatógenos.

## REDES DE TELEFONÍA MÓVIL

Roberto Antonio Narváez-Bustamante<sup>1\*</sup>; José Alberto Macias-García<sup>1</sup>; Juan Pablo Arroyo-Gutierrez<sup>1</sup>; María Eugenia Gallardo-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Tecnológico Nacional de México-Roque.

<sup>2</sup>Docente del Tecnológico Nacional de México-Roque. \*Autor de correspondencia: [15980595@itroque.edu.mx](mailto:15980595@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo dar a conocer los recursos que ofrecen las diferentes compañías telefónicas y la capacidad de alcance en su cobertura, aportando conocimientos sobre los beneficios de sus compañías. Las compañías móviles son aquellas que nos permiten comunicarnos mediante redes telefónicas portátiles. La comunicación móvil es esencial a la hora de accidentes, al tener una dificultad, al estar en peligro, perdido, etc. Es importante estar siempre comunicados con amigos y familiares en cualquiera de estas necesidades. Por ello contar siempre con cobertura en los dispositivos es muy esencial ya que se puede prevenir las necesidades ya mencionadas. Las compañías en la actualidad cuentan con paquetes o planes que son favorables, su uso se conforma mediante el saldo adquirido, el de 20 pesos en la compañía Telcel y Movistar, su duración es de un día de llamadas y mensajes ilimitadas en México, Estados Unidos y Canadá más los datos para navegar y redes sociales como son WhatsApp, Facebook e Instagram, etc. Con otros tipos de ponderaciones (paquetes mayores se puede tener otros beneficios), por tiempo más prolongado y con diferente cantidad para poder navegar en internet, Además de saber cuál es la cobertura de la red en zonas rurales y urbanas ya que en los lugares mencionados tiende a variar la señal.

**Palabras claves:** Redes, Telefonías móviles, compañías

## GERMINACIÓN Y VIGOR EN SEMILLA DE *Quercus*

Lorena Bonilla-López\*; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>1§</sup>; J. Enrique Botello-Álvarez<sup>2</sup>; Enrique Andrio-Enríquez<sup>1</sup>; Mariano Mendoza-Elos<sup>1</sup>

\*Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>1</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Celaya. § Autor de correspondencia:

[fcervantes@itroque.edu.mx](mailto:fcervantes@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

Los encinos son una de las principales especies forestales maderables y presentan gran diversidad en nuestro país. Su importancia radica que puede ser utilizada en programas de restauración de suelos altamente degradados; sin embargo, su inconveniente es la semilla recalcitrante, la cual pierde rápidamente su viabilidad. El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad de semilla bajo tres temperaturas de almacenamiento (5 y 25 °C, temperatura ambiente) en tres especies de *Quercus*, para cumplir con el objetivo se colectó semilla de encino en la Sierra de Santa Rosa en Guanajuato. Se empleó un diseño factorial 3 x 3, lo que generó 9 tratamientos, que fueron establecidos bajo un diseño completamente aleatorizado con 3 repeticiones de 25 semillas cada una. La prueba de germinación se realizó en charolas forestales, con sustrato de arena y peat moss con una proporción de 1:1 y el vigor se obtuvo de la velocidad de emergencia y peso seco de la parte aérea. El análisis de varianza mostró diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre las poblaciones y para los caracteres registrados. Por otro lado, la temperatura de almacenamiento solo tuvo impacto en la velocidad de emergencia. La población A de *quercus* mostró la mejor respuesta en la calidad y vigor de la semilla. Por otro lado, la temperatura ambiente y de 25 °C generó 1.28 y 1.89 plantas por día.

**Palabras clave:** *Quercus*, germinación, vigor.

## VIGOR DE SEMILLA EN CAMPO DE HÍBRIDOS SIMPLES Y TRIPLES DE MAÍZ CON DIFERENTES FECHAS DE ALMACENAMIENTO

Louis Frantz Moussignac<sup>1\*</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2</sup>; Alberto Chassaigne-Ricciulli<sup>3</sup>; Miguel Ángel Ávila-Perches<sup>4</sup>; Jesús Frías Pizano<sup>2</sup>; Mariano Mendoza Elos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Profesor-Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>3</sup>Investigador, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Región Centro, Campo Experimental Bajío. <sup>4</sup>Investigador, CIMMYT. \*Autor de correspondencia:

[moussifrantz@yahoo.com](mailto:moussifrantz@yahoo.com)

### RESUMEN

La semilla es la unidad de reproducción sexual de las plantas y tiene la función de multiplicar y perpetuar la especie a la que pertenecen, siendo uno de los elementos más eficaces para que esta se disperse en tiempo y espacio. El objetivo de este trabajo fue determinar el vigor de semilla y de plántula en híbridos simples y triples de maíz bajo condiciones de campo. El experimento se llevó a cabo en el campo experimental del Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Guanajuato bajo un diseño experimental de bloques completos al azar con 14 genotipos y tres repeticiones. La unidad experimental constó de un surco de cinco metros de longitud, depositando 35 semillas. Se evaluó el porcentaje de emergencia, la velocidad de emergencia y el vigor de planta a los 45 días después del primer riego. Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) entre genotipos para todos los caracteres registrados. El híbrido CSTHW17118 generó el mayor valor de emergencia con 90 por ciento. Por otro lado, los híbridos 12 (CLTHY13002), 5 (CLTHW15079) y 11(CSTHW17118) fueron consistentes con 18.33, 18.13 y 16.66 plantas por día, respectivamente. En vigor visual, se encontraron los híbridos 11(CSTHW17118), 12 (CLTHY13002), 5 (CLTHW15079) y 7 (CSTHW17118) con porcentajes superiores al 97, considerándolos materiales de alto vigor. Finalmente, se concluye que los híbridos triples tuvieron mayor porcentaje y velocidad de emergencia, aunque con fechas recientes de almacenamiento.

**Palabras clave:** híbrido simple, híbrido triple, velocidad de emergencia y porcentaje de emergencia.

## **EFICIENCIA REPRODUCTIVA MEDIANTE LA PARTICIÓN DE ESPONJAS EN LA SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN OVEJAS**

Jesús Hernández-Aguilera<sup>1</sup>; Roberto Jiménez-San Juan<sup>1</sup>; David Hernández-Rodríguez<sup>1</sup>; Blas Hernández-Rodríguez<sup>1</sup>; Eliceo Hernández-Hernández<sup>1</sup>; Rafael Nieto-Aquino<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Huejutla. C. P.43000. \*Autor de Correspondencia

[rnieto@colpos.mx](mailto:rnieto@colpos.mx)

### **RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la partición de las esponjas impregnadas de acetato de fluorogestona (FGA) en las principales variables reproductivas, concentraciones de hormona luteinizante (LH) y progesterona (P<sub>4</sub>). Se asignaron 44 ovejas a los siguientes tratamientos: grupo testigo, esponja completa, 40 mg de FGA (n=11); grupo con media esponja, 20 mg de FGA (n=11); grupo con un cuarto de esponja 10 mg (n=11); y grupo con un octavo de esponja, 5 mg de FGA (n=11). Las esponjas permanecieron insertadas por 12 días, y al día 10 todos los grupos recibieron una dosis de 15 mg de PGF<sub>2α</sub>. El diseño fue un completamente al azar analizado mediante el programa SAS. No se encontraron diferencias (P>0,05) en la presentación e inicio del estro. Con respecto al pico pre-ovulatorio de LH, sólo existió diferencia en la amplitud (P<0,05) para el grupo que recibió 5 mg de FGA. Las concentraciones de P<sub>4</sub> no presentaron diferencias (P>0,05) entre grupos. El porcentaje de gestación fue menor (P<0,05) en el grupo de 5 mg (64%) respecto a los grupos de 10, 20 y 40 mg de FGA (100, 82 y 100%, respectivamente). Se concluye que las dosis reducidas de 20 y 10 mg de FGA mediante la partición de la esponja no modifican las variables reproductivas, ni alteran las concentraciones de P<sub>4</sub> y LH en suero; sin embargo, la dosis de 5 mg de FGA influye de forma negativa sobre la fertilidad de la oveja.

**Palabras Claves:** *Ovis aries*, progesterona, dorset, LH, gestación.

## **IMPACTO TÉCNICO, ECONÓMICO Y SOCIAL DE LA INSEMINACIÓN ARTIFICIAL EN PRODUCCIONES OVINAS DE LA HUASTECA HIDALGUENSE**

Luis Félix-Gutiérrez<sup>1</sup>; Egleide Gómez-Nochebuena<sup>1</sup>; Faustino Peraza-Rodríguez<sup>1</sup>; Silvestre Téllez-Argüelles<sup>1</sup>; Melchor Olivares-Nochebuena<sup>1</sup>; Rafael Nieto-Aquino<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Huejutla. C. P.43000. \*Autor de Correspondencia:

[rnieto@colpos.mx](mailto:rnieto@colpos.mx)

### **RESUMEN**

El objetivo de la presente investigación fue evaluar la técnica de inseminación artificial por laparoscopia (IAL) contemplando los ejes técnico, económico y social de los ovinocultores. El diseño experimental fue completamente al azar. Se utilizaron 150 ovejas de las razas katahdin, dorper y charoláis, distribuidas en tres municipios y seis unidades de producción pecuarias (UPP). El estro se sincronizó con esponjas intravaginales por 11 días y al retiro se aplicaron 400 UI de gonadotropina (eCG). La IAL se llevó a cabo a las 50 horas post sincronización en cada una de las UPP. El eje económico se estimó con base a un presupuesto parcial, sin instalaciones y equipo. El impacto social se tomó de una encuesta. La respuesta e inicio del estro no mostró diferencias ( $P \geq 0.05$ ) entre las razas. La gestación presentó diferencias por raza ( $P \leq 0.05$ ), la katahdin mostró mayor tasa de a pesar de las condiciones de campo y diversidad en las UPP; sin embargo, la prolificidad entre las razas fue semejante. Los ingresos económicos por venta de pío de cría incrementaron 30 % respecto a las ventas anteriores. El 80 % de los productores repetirían nuevamente el proyecto; se sugiere la inclusión de nuevas razas de pelo. La técnica de IAL y el protocolo hormonal presentan resultados favorables en gestación y prolificidad, resultando ser efectivos para el Proyecto de Mejoramiento Genético de Ovinos en la región de la Huasteca del Estado de Hidalgo.

**Palabras clave:** Laparoscopia, ovinos, reproducción, sincronización, estros.

## **EFFECTO DE LA RADIACIÓN GAMMA SOBRE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE FRIJOL NEGRO**

Gamaliel Valdivia-Rojas\*<sup>§</sup>; Rosa Isela Valencia-Magaña<sup>1</sup>; R. Yadira Avalos-Barajas<sup>1</sup>; Santos Zepeda-Guzman<sup>1</sup>; Eulogio de la Cruz-Torres<sup>2</sup>

\*Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Los Reyes - Tecnológico Nacional de México. <sup>2</sup>Investigador, Instituto Nacional De Investigaciones Nucleares. <sup>§</sup>Autor de correspondencia: [gamaxew2@gmail.com.edu.mx](mailto:gamaxew2@gmail.com.edu.mx)

### **RESUMEN**

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas comestibles más importantes, no solo por su amplia distribución en los cinco continentes, sino por ser complemento nutricional indispensable en la dieta alimenticia. El frijol ha sido un elemento tradicionalmente importante en América latina y en general en una gran cantidad de países en vías de desarrollo en los cuales se cultiva. Debido a su importante contenido nutricional que presentan estas leguminosas y el consumo diario que se tiene en México, se decide trabajar sobre este cultivo. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de diferentes niveles de radiación en semillas de frijol negro. La colecta de las semillas se realizó en el municipio de Santiago Ixtayutla Oaxaca, posteriormente se seleccionaron las semillas de mayor calidad para así separar en bolsas con la cantidad de 50 semillas, y llevarlas al ININ (Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares) para poder irradiarlas a diferentes intensidades de radiación gama (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 y 500 Gy). Utilizando el irradiador LGI-01 TRANSELEKTRO a una potencia de 13.71 Gy/min. Después de la irradiación las semillas se colocaron en charolas de germinación que contenían peat moss humedecido y una vez sembrado las semillas las charolas se colocaron un estante para su germinación. A los 5 días se determinó el porcentaje de germinación, a los 15 días el índice de germinación y el porcentaje de sobrevivencia. Se encontro que dosis bajas entre 50 y 150 greys estimulan la germinacion mientras que dosis superiores a 300 Gy afectan la germinación en semillas de frijol negro.

**Palabras clave:** Frijol, Germinación, Rayos Gamma.

## MANEJO INTEGRADO DE LA SECADERA DEL TRIGO EN GUANAJUATO

Claudio Piña-González<sup>1</sup>; Aracely Caracheo-Lemus<sup>2</sup>; Juan Antonio Zavala-Vega<sup>2</sup>; Luis Antonio Mariscal-Amaro<sup>3§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería, Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup>Estudiantes de Ingeniería, Universidad de Guanajuato, <sup>3</sup>Investigador, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [mariscal.luis@inifap.gob.mx](mailto:mariscal.luis@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

La secadera del trigo causada por *Fusarium* es una enfermedad que produce pérdidas de rendimiento de 30%. Para evitar estas pérdidas se necesita una estrategia de manejo integrado de la enfermedad (MIE) que esté al alcance del productor y que no aumente sus costos de producción. El objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes tipos de control en parcelas de productores de Guanajuato, como el control químico, biológico y genético y seleccionar aquellos más promisorios para integrar el MIE. Dentro del control químico se evaluaron cinco fungicidas como tratamientos a la semilla resultando los mejores Clorotalonil (300 g/100 kg semilla) y Carboxim+Thiram (200 mL/100 kg semilla) ya que redujeron las poblaciones de *Fusarium* de 37-47%; para el control biológico se evaluaron a *Trichoderma*, Micorriza y *Bacillus subtilis*, siendo *Trichoderma*, (200 g/100 kg semilla) como tratamiento a la semilla, el que redujo hasta en 35% las poblaciones del hongo. Ambos tratamientos a la semilla se evaluaron bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Para el control genético se confrontaron variedades de trigo de riego contra *F. proliferatum* para evaluar su nivel de resistencia en invernadero bajo un diseño completamente al azar con 10 repeticiones; siendo Faisán S2016, Elia M2016 y Cisne F2016 las que resultaron moderadamente resistentes al hongo con porcentajes de pudrición de raíz del 25-38%. Es necesario que para que la estrategia de MIE funcione, el productor haga uso de las variedades de trigo antes mencionadas junto con uno de los tratamientos a la semilla.

**Palabra clave:** *Triticum aestivum*, *Fusarium*, secadera, tratamientos a la semilla y rendimiento.

## SELECCIÓN DE TRIGO EVALUADO EN TRES LOCALIDADES

Manuel Jeronimo-Arriaga<sup>1</sup>; Ernesto Solís-Moya<sup>2\*</sup>; Oscar A. Grageda-Cabrera<sup>2</sup>; Sarahyt S. González-Santamaría<sup>2-3</sup>; Lourdes Ledesma-Ramírez<sup>2-3</sup>; María P. Suaste-Franco<sup>2-3</sup>; Jorge Gutierrez-Tlahque<sup>1</sup>; Arturo A. Velasco-Velasco<sup>1</sup>; Marcelo Garrido-Torres<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Zitácuaro; <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias;

<sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Roque \*Autor por correspondencia: [solis.ernesto@inifap.gob.mx](mailto:solis.ernesto@inifap.gob.mx).

### RESUMEN

Se evaluaron 500 materiales de trigo en diferentes ambientes con el objetivo de seleccionar materiales con potencial de rendimiento. Los materiales de trigo se evaluaron en tres localidades; 1) campo Experimental Bajío, 2) Valle de Santiago y 3) La Barca, Jalisco; en el ciclo OI 2017-2018. Las variables evaluadas fueron días a espigamiento (DE), altura de planta (AP), días a madurez (DM), biomasa (BIO) y rendimiento (REND). Se realizó histogramas por localidad de los 500 genotipos de acuerdo a los datos fenotípicos, el análisis de componentes principales de los 500 genotipos se agrupó de acuerdo a su cruza, en total se identificaron 121 cruzas. El análisis de conglomerados se hizo sólo con 73 cruzas y se realizó con el método de Ward usando el programa SAS versión 9.3; se formó con el 20% de los genotipos seleccionados del experimento LTP 2017-18, se conformó con 100 genotipos de los cuales 86 fueron líneas seleccionadas del experimento LTP 2016-17 y 14 testigos. El diseño fue un alfa latice con dos repeticiones y 20 sub-bloques. Se realizaron análisis de varianza a través de localidades y comparaciones de medias para localidades. El análisis de biplot indicó que los cinco grupos tienen cruzas de comportamiento tardío a espigamiento y madurez además que existe asociación alta entre el rendimiento con AP y entre DE y DM; El análisis cluster reveló cinco grupos a una distancia aproximada de 0.04 semiparcial R cuadrada del método de Ward, Los análisis de varianza a través de localidades así también la interacción localidad por genotipo detectaron diferencias altamente significativas en todos los caracteres medidos. Para genotipos se observaron diferencias altamente significativas en DE, AP, DM y significativas en BIO. Con el trabajo se logró la selección de genotipos para evaluarse en los siguientes ciclos.

**Palabras clave:** Fitomejoramiento, Avance genético, rendimiento.

## AGRONOMY WEB

Cristina Bueno-Lara<sup>1\*</sup>; María Eugenia Gallardo-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, Tecnológico Nacional de México-Roque,<sup>2</sup>Docente del Tecnológico Nacional de México-Roque, Autor de correspondencia: [15980044@itroque.edu.mx](mailto:15980044@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo apoyar y dar a conocer los recursos del internet que ofrece mediante páginas web, dando las técnicas y herramientas necesarias para el alcance de su uso al personal de sus beneficios en todas las áreas de trabajo, especialmente para el área de agronomía. Una página web, o página digital, o ciberpágina es un documento o información electrónica capaz de contener texto, sonido, vídeo, programas, enlaces, imágenes y muchas otras cosas adaptadas para la llamada World Wide Web y que puede ser accedida mediante un navegador web. De este modo las páginas web hoy en día nos permiten exponer y compartir nuestra información mediante el uso de internet. Para ello es importante contar con esta herramienta tecnológica implementada en las aplicaciones móviles para la agronomía, dando a conocer más de sus beneficios y ventajas que nos proporciona, ya que desempeña un papel crucial la agronomía en la economía de un país; es la columna vertebral de nuestro sistema económico; no sólo proporciona alimentos y materias primas, sino también oportunidades de empleo a una importante cantidad de población. Hoy en día con la globalización es importante la actualización de negocios, pequeñas y grandes empresas con el desarrollo y uso de las páginas web para su venta de productos y exposición de anuncios, revistas e intercambio de conocimientos del mundo agrícola, entrelazando con su publicidad en las redes sociales mediante estas plataformas del uso web.

**Palabras claves:** Internet, Páginas Web.

## **IDENTIFICACIÓN DE RAZAS DE *Colletotrichum lindemuthianum* EN FRIJOL EN EL ESTADO DE GUANAJUATO**

Carrillo-Baez María Guadalupe<sup>1\*</sup>; Guerrero-Aguilar Brenda Zulema<sup>2</sup>; Acosta-Gallegos Jorge  
Alberto; Reyes Fuentes-Mabiel<sup>1</sup>; Figueroa-Rivera María Guadalupe<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Roque km 8 carretera Celaya-Juventino rosas Gto México. <sup>2</sup>INIFAP-Bajío km 6.5 carretera  
Celaya-San Miguel Allende Gto., México. \*Autor de correspondencia: [guadalupecarrillo1993@gmail.com](mailto:guadalupecarrillo1993@gmail.com)

### **RESUMEN**

*Colletotrichum lindemuthianum*, es el patógeno que causa la enfermedad conocida como antracnosis en frijol y causa daños de hasta el 90% en el rendimiento. Una de las alternativas para el control de esta enfermedad es el desarrollo y uso de variedades resistentes. Para esto es importante generar germoplasma resistente a *C. lindemuthianum*, y resulta necesario disponer de suficiente información sobre la presencia y distribución de los patotipos. Una vez conocido el espectro de virulencia de las distintas razas del patógeno, se puede recomendar la combinación de genes de resistencia más adecuada para incrementar la durabilidad y eficiencia de la resistencia a la antracnosis, por lo tanto, se planteó el objetivo identificación de razas de *C. lindemuthianum* en frijol en Guanajuato. Se colectaron vainas con síntomas de la enfermedad en; Salvatierra, Tarimoro, Apaseo el Alto, Celaya y Ocampo, se prepararon cámaras húmedas para la obtención de esporas y se colocaron en medio de cultivo PDA acidificado, se caracterizaron trece aislados de *C. lindemuthianum* mediante un sistema numérico (binario) de nomenclatura de un grupo de variedades diferenciales estándar propuestas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), se inoculo por el método de hoja desprendida, después de 14 días de evaluación se encontraron que los trece aislados infectaron de siete a nueve diferenciales andinas y mesoamericanas, siete de ellos infectaron a la variedad diferencial G2333 (Co-4<sup>2</sup>, Co-5<sup>2</sup> y Co-7), la cual presenta el mayor número de genes de resistencia, estos aislados se encontraron en las localidades de Salvatierra, Tarimoro, Apaseo y Celaya mientras que Ocampo presento resistencia a esta diferencial. Esta información será esencial para la generación de variedades de frijol resistentes a los patotipos encontrados en la región.

**Palabras clave:** Antracnosis, Frijol, *Colletotrichum lindemuthiaum*

## **COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE VARIEDADES EXPERIMENTALES DE MAÍZ PARA EL ESTADO DE GUANAJUATO**

Cecilia Muñoz-Robles<sup>1</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2</sup>; Mariano Mendoza-Elos<sup>2</sup>; Andrio-Enriquez<sup>2</sup>; Ma. Florida Gutiérrez-Zamudio<sup>2</sup>; Damián Mauricio Monrea<sup>1</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Profesor-Investigador, Instituto Tecnológico de Roque. Celaya Gto. \*Autor de correspondencia: garcia\_2956hotmail.com

### **RESUMEN**

Este estudio tuvo como objetivo evaluar el rendimiento de seis variedades experimentales de maíz blanco del programa de mejoramiento genético del TNM-Roque. Los descriptores varietales en maíz son una herramienta esencial para su caracterización y toma de decisiones. Por ello la importancia de realización de estudio en el Instituto Tecnológico de Roque, durante el ciclo agrícola 2019. Debido a que las variedades son influenciadas por el ambiente, esto implica que se debe evaluar las variedades en diferentes ambientes antes de ser liberadas. En este experimento se evaluaron seis variedades experimentales del programa mejora; TNMRV-01, TNMRV-02, TNMRV-03, TNMRV-04, TNMRV-05, TNMRV-100. Las variables; rendimiento de cosecha (RC), hileras por mazorca (HM), peso del olote (PO), longitud de mazorca (LMCA), peso de grano (PGM), porcentaje de humedad (%H) peso volumétrico (PV). Los datos obtenidos se analizaron con el paquete estadístico SAS, ver 9.4. Los resultados mostraron una respuesta estadística significativa para la variable rendimiento para la variedad TNMR-05 con 11.8 t ha<sup>-1</sup> y el rendimiento más bajo de 5. 1 t ha<sup>-1</sup>; ajustado al 14 %; el peso volumétrico lo obtuve TNMR-01 y el más bajo con 68 la variedad con 76.5 variables en estudio.

**Palabras clave** Variedad, Componentes de rendimiento, Peso volumétrico

## **EFFECTO DEL INCREMENTO A UN 15 % DE SÓLIDOS TOTALES EN LA LECHE SOBRE LA GANANCIA DE PESO EN BECERRAS HOLSTEIN**

Evaristo Carrillo-Moreno<sup>1\*</sup>; Evaristo Carrillo<sup>2</sup>; Francisco G. Veliz<sup>1</sup>; Elizabeth Pérez-Reboloso<sup>3</sup>;  
Dalia Carrillo-Moreno<sup>1</sup>; Miguel Mellado<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Torreón, <sup>3</sup>Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario N°47. \*Autor de correspondencia: [evaristocarrillo@yahoo.com.mx](mailto:evaristocarrillo@yahoo.com.mx)

### **RESUMEN**

La alimentación de las becerras Holstein en la etapa lactante es fundamental para un óptimo desarrollo, actualmente existen diferentes sistemas de alimentación que ofrecen mayores nutrientes a través de un incremento en el volumen de leche, o bien, interactuando el volumen de leche con la ingesta de alimento iniciador. El objetivo fue determinar el efecto que tiene incrementar a un 15 % de sólidos totales de la leche sobre la ganancia de peso diario en becerras Holstein. Se utilizaron 78 becerras Holstein, del establo la Victoria en la Comarca Lagunera (26°N). El G1 (n=39) fue alimentado en forma tradicional, suministrándoles leche entera pasteurizada (máximo 8 litros diarios), con un promedio de 10.94% de sólidos totales. El G2 (n=39) se le suministró una dieta modificada, la cual consiste en ajustar los sólidos totales a un 15 % en el mismo volumen; para esto solo el 50 % del consumo diario fue a base de leche y el otro 50 % se elaboró mediante una mezcla a base de agua y sustituto de leche (25 % P.C., 10 % grasa y 0.15 % de fibra). Ambos grupos recibieron el mismo manejo que se realiza en el establo, el agua y el alimento iniciador se ofreció a libre acceso. El peso corporal se determinó al nacimiento G1 (39.9 kg) y G2 (38.96 kg) así como a los 15, 30, 45 y 60 días de edad de las becerras. Los resultados de peso vivo obtenido a los 60 días fueron: en el G2 de 82.52 kg, con una ganancia de 43.56 kg, mientras que en el G1 fue de 74.06 kg, con una ganancia de 34.16 kg. Siendo estos datos altamente significativos (P<0.01). Se concluye que el utilizar dietas con un 15 % de sólidos totales durante el periodo de lactancia en becerras Holstein incrementa la ganancia de peso significativamente con respecto a las becerras que fueron alimentadas tradicionalmente.

**Palabras clave:** destete, becerras, alimentación, Ganancia de peso.

## **EL ENTORNO DE LA INDUSTRIA 4.0: IMPLICACIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS**

José Iván Cardel-Sotelo; José Luis Camargo-Orduño

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque. Autor de correspondencia:

[15980735@itroque.edu.mx](mailto:15980735@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

En el entorno actual de competencia global, desarrollo tecnológico e innovación, las empresas, sobre todo de manufactura, se ven forzadas a reconfigurar sus procesos. La industria 4.0 y la manufactura inteligente son parte de una transformación, en la que las tecnologías de fabricación y de la información se han integrado para crear innovadores sistemas de manufactura, gestión y formas de hacer negocios, que permiten optimizar los procesos de fabricación, alcanzar una mayor flexibilidad, eficiencia y generar una propuesta de valor para sus clientes, así como responder de forma oportuna a las necesidades de su mercado. Por lo que el interés de esta investigación es explorar este entorno tecnológico, así como sus implicaciones y perspectivas futuras. Para lo cual, se hizo una búsqueda de literatura en bases de datos reconocidas como la Web, Web of Science and Google Scholar con el fin de analizar los hallazgos de investigaciones previas. Los principales resultados fueron la identificación de los componentes tecnológicos; su conceptualización y la determinación de las perspectivas e implicaciones futuras, así como las iniciativas realizadas en México sobre Industria 4.0. Como conclusiones se señalan la importancia de transitar hacia la adopción de estas tecnologías para la competitividad de las PyMES y la necesidad de recurso humano especializado para su desarrollo e implementación.

**Palabras clave:** Manufactura Digital, Manufactura Inteligente, Industria 4.0.

## **ANTAGONISMO ENTRE HONGOS *Trichoderma harzianum* Y *Fusarium verticillioides* EN MAÍZ**

Jesús D Corona-Carranza

Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Roque. Autor de correspondencia:

[jesus.dario.eic@gmail.com](mailto:jesus.dario.eic@gmail.com)

### **RESUMEN**

El maíz está entre los principales cereales cultivables a nivel mundial, ocupando el tercer lugar solo superado por el trigo y el arroz; pero está ampliamente distribuido por todo el mundo y su precio es relativamente más bajo comparado con otros cereales. *Fusarium verticillioides* es el principal hongo fitopatógeno que afecta al maíz a nivel mundial, siendo un patógeno necrótrofo que puede sobrevivir como saprofito en el rastrojo, causando enfermedades en todas las etapas del desarrollo de la planta como la pudrición del tallo, mazorca y raíz además produce varias toxinas en el tejido y granos, lo que disminuye su calidad y su rendimiento además de ser micotoxigénico y cancerígeno lo que implica una amenaza a la salud de humanos y animales. Por otra parte, *Trichoderma* es un género de hongos que generalmente se utiliza en el biocontrol de fitopatógenos in vitro e in vivo, por los mecanismos de microparasitismo, competencia y antibiosis. Los microorganismos antagonistas como bacterias, levaduras y hongos tienen la capacidad de ejercer un efecto de control biológico sobre diferentes patógenos y se han empleado para controlar diversas enfermedades en frutos y tejidos vegetales. Algunos estudios indican el potencial antagonista entre varias especies del género *Trichoderma* y especies del género *Fusarium*. También se ha demostrado que *T. viride* suprime la extensión radical de colonias de *F. verticillioides* in vitro, *T. harzianum* es efectivo en el control de marchitez de *F. oxysporum* y experimentos in vitro de un estudio preliminar que indica el potencial de *T. harzianum* como antagonista de *F. verticillioides*.

**Palabras clave:** *Trichoderma harzianum*, *Fusarium verticillioides*, maíz, antagonismo

## **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LA CANAL DE CERDOS ALIMENTADOS CON DOS FUENTES DE COLINA**

Roberto Jiménez-San Juan<sup>1§</sup>; Eliceo Hernandez-Hernández<sup>2</sup>; Rafael Nieto-aquino<sup>2</sup>; Jesús Hernández-Aguilera<sup>2</sup>; Silvestre Tellez-Arguelles<sup>2</sup>; \*Nestor Uriel Cruz-Salazar

<sup>1</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Huejutla, <sup>2</sup>Investigador colaborador, Tecnológico Nacional de México-Huejutla, \*Estudiante de Licenciatura, Tecnológico Nacional de Mexico-Huejutla, §Autor de correspondencia: [rojisaju@hotmail.com](mailto:rojisaju@hotmail.com)

### **RESUMEN**

El experimento se llevó cabo en el taller de agroindustrias y la posta porcino del Instituto Tecnológico de Huejutla, con la finalidad de evaluar el efecto de la colina sintética y herbal sobre la calidad y rendimiento de la canal en cerdos, el experimento se utilizaron un total de 20 cerdos híbridos (ladrace x pietrain), divididos en 2 dos grupos de experimentación T1 (n=10) y T2 (n=10) los cuales fueron alimentados *a libre acceso*. Las dietas se elaboraron a base de sorgo-pasta de soya, aminoácidos sintéticos (L-Lisina·HCL, DL-Metionina, L-Treonina) adicionados con colina herbal y sintética, previo al sacrificio se midió la grasa dorsal y el área del músculo *Longissimus dorsi* a nivel de la décima costilla utilizando un ultrasonido de tiempo real Sonovet 600 con transductor abdominal de 7.5 MHz (Medición, Inc., Cypress, California, USA). Dando como resultado promedio el porcentaje de medición de grasa dorsal de 14 mm para el T1 y para el T2 de 13.3 mm y para el promedio de área de grasa el T1 fue de 3264.8 mm<sup>2</sup> comparado con el T2 con 3190.3 mm<sup>2</sup>, pero para efectos prácticos a la hora del proceso cárnico el nivel de grasa reflejo en 5mm mas en cada tratamiento lo que nos indica un valor más exacto de cantidad y área de de grasa dorsal y para la variable rendimiento de canal se observó una carne con mayor calidad y consistencia de marmoleo así como poca supuración de líquidos.

**Palabras clave:** Cárnico, Rendimiento, Colina, Cerdos

## PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN AVENAS BAJO ESTRÉS HÍDRICO Y SILICIO

María Fernanda Kolbeckc-del Bosque<sup>1§</sup>; Gilberto Rodríguez-Pérez<sup>2</sup>; Hugo Cesar Cisneros-López<sup>3</sup>; Enrique Andrio-Enríquez<sup>3</sup>; Rodrigo Aguilar-Linares<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Valle del Yaqui. <sup>3</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>4</sup>Estudiante, Innovación Agrícola Sustentable, Tecnológico Nacional de México-Roque. § Autor de correspondencia: [kolbeckcf@gmail.com](mailto:kolbeckcf@gmail.com); [18980504@itroque.edu.mx](mailto:18980504@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

Se ha demostrado que la aplicación de Silicio tiene respuestas positivas en varios cultivos en términos de sanidad de las plantas, absorción de nutrientes, rendimiento y calidad. No se considera un elemento esencial, sin embargo, en condiciones de estrés su efecto es más relevante. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del silicio y la limitación de agua en tres etapas durante su ciclo del cultivo (macollamiento, floración y llenado de grano) para la producción de forraje verde y seco. El experimento se llevó a cabo en el ciclo OI-2018 en el campo experimental del Instituto Tecnológico de Roque. La densidad de siembra fue de 80 kg ha<sup>-1</sup>, se utilizaron cuatro genotipos de avenas experimentales, tres riegos (2, 3 y 4), cuatro dosis de silicio (2, 4 y 6 gr kg<sup>-1</sup>) a la semilla. El diseño experimental fue bloques completos al azar con arreglo en franjas en tres repeticiones; el Factor A fueron los genotipos, Factor B los riegos y Factor C las aplicaciones de silicio en la semilla. El análisis estadístico se realizó a través del análisis de la varianza (ANOVA). Los resultados mostraron que el genotipo cuatro (L-164) obtuvo un promedio mayor de peso fresco en las etapas de floración y llenado de grano (43.201 y 44.499) mientras que para peso seco en las etapas de macollamiento y llegando de grano (15.01203 y 12.3517), para peso seco y fresco los mayores rendimientos se obtuvieron en el segundo riego. Para la aplicación de Silicio, cuando se utilizó 2 gr kg<sup>-1</sup> en el tratamiento de semilla más una aplicación granular (250 kg ha<sup>-1</sup>) y una foliar (6 ml L<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>O) en la etapa de macollamiento obtuvo mejor producción de forraje.

**Palabras clave:** Silicio, estrés hídrico, avenas, forraje verde y seco.

## **PRODUCCIÓN DE MELÓN (*Cucumis melo* L.) A CAMPO ABIERTO**

J. Daniel Cesáreo-Cruz<sup>1</sup>; Carlos Cuellar-Zambrano<sup>3</sup>; Antonio Vázquez-Ortega<sup>2</sup>; Carlos Omar Padilla-Ramírez<sup>2</sup>; José Honorato Arreguín-Centeno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de ingeniería en agronomía, <sup>2</sup>Estudiante de posgrado del Instituto Tecnológico de Roque, <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícola y Pecuarias (INIFAP). Autor de correspondencia:

[honorato.arreguin@gmail.com](mailto:honorato.arreguin@gmail.com)

### **RESUMEN**

El melón (*Cucumis melo* L.) se cultiva, en diversos ciclos y en diferentes condiciones, en México se cultivan 19,087.33 has siendo el estado de mayor importancia Coahuila con una superficie de 4467.00 has. De acuerdo a datos del SIAP en 2018 se cultivaron en Guanajuato 91.25 ha. El cultivo de melón enfrenta diversas plagas y enfermedades propias del cultivar al igual que reducidas alternativas tecnológicas dirigidas a fortalecer el crecimiento y desarrollo de las plantas, acciones que se vean reflejadas en el rendimiento final. El objetivo de la presente investigación fue evaluar productos comerciales dirigidos a inducir y fortalecer el sistema radicular del cultivo de melón cultivado a campo abierto. El trabajo se desarrolló en un predio agrícola en la localidad de San José del Llano en Apaseo el Grande Guanajuato. El híbrido cultivado fue Nitro de la casa comercial Harris Moran, cultivado sobre cama alta de plantación con acolchado color gris. Fueron utilizados los productos comerciales recomendados como promotores radiculares, HORTIROOT, RADIX T 3000, *Bacillus subtilis* y se adicionó Extracto de yuca a todos los productos, los cuales fueron aplicados al cepellón de la plántula previo a plantación y posteriormente se incorporaron a la base de crecimiento de la planta. Se estableció un diseño experimental completamente al azar con nueve tratamientos. El análisis de varianza mostro diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ) para la variable desarrollo, en el que el promotor radicular HORTIROOT en combinación con extracto de yuca mostro el mejor desarrollo sobre el resto de tratamientos.

**Palabras clave:** *Cucumis melo*, Promotores radiculares, *Bacillus subtilis*, extracto de yuca.

## **EFFECTO DEL SILICIO EN EL RENDIMIENTO DE GRANO EN TRITICALES BAJO ESTRÉS HIDRICO**

Rodrigo Aguilar-Linares<sup>1§</sup>; Gilberto Rodríguez-Pérez<sup>2</sup>; María Fernanda Kolbeckc-del Bosque<sup>2</sup>;  
Hugo Cesar Cisneros-López<sup>1</sup>; Enrique Andrio-Enríquez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Innovación Agrícola Sustentable, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Valle del Yaqui. <sup>3</sup>Estudiante de Posgrado, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque. <sup>4</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque

Autor de Correspondencia: [roaglin@outlook.com](mailto:roaglin@outlook.com)

### **RESUMEN**

El silicio es el segundo elemento más importante en la corteza terrestre, sin embargo, las formas en las que se presenta no son asimilables por la planta, es por ellos que se requiere la adición de este elemento, que no es considerado un elemento esencial, pero en condiciones de estrés su funcionalidad es mayor. La escasez de agua hoy en día es un factor limitante para la producción de forraje lo cual se ve afectado. El objetivo de este trabajo fue estimar el efecto del silicio en el rendimiento de grano de triticale, en condiciones de estrés hídrico. El experimento se realizó en las instalaciones experimentales del Instituto Tecnológico de Roque. Se utilizó una densidad de siembra de 80 kg de ha<sup>-1</sup>, se utilizaron dos genotipos experimentales de Triticale. Bajo el diseño bloques completos al azar con arreglo en franjas con 3 repeticiones, se aplicaron 2, 3 y 4 riegos con aplicaciones en diferentes etapas a la misma dosis (250 kg ha<sup>-1</sup>) donde el factor A genotipos, factor B riegos y factor C silicio en tres etapas (macollamineto, floración y llenado de grano). Los resultados mostraron que el genotipo dos (G-4) obtuvo un rendimiento de 7 t, en riego fue el tercero y tercera concentración de Silicio para la etapa de llenado de grano.

**Palabras Clave:** Silicio, Forraje, Estrés, Agua

## **CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE GENOTIPOS DE MAÍZ EN EL BAJÍO**

Ana Valeria Olivares-García<sup>1</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>1</sup>; Brenda Karina Mendoza-Gómez<sup>2</sup>; Mariano Díaz-Ruiz<sup>2</sup>; Yolanda María Mozqueda-Martínez<sup>2</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria. <sup>3</sup>Profesor-Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. Celaya Gto. \*Autor de correspondencia: gacia\_2956@hotmail.com

### **RESUMEN**

El maíz es uno de los alimentos básicos más importantes que descubrió, domesticó y ha seleccionado el ser humano por más de 10 mil años. Se le encuentra cultivado desde el nivel mar hasta los tres mil metros de altura. A nivel nacional se tiene más de 60 razas distribuidas en el territorio nacional por su gran diversidad de usos alimenticios y por cultura. Por lo que hoy en día el maíz es la principal fuente de proteína del pueblo mexicano. El presente ensayo tuvo como objetivo estudiar la calidad de semilla de seis genotipos de maíz para El Bajío; G01-TNMR, G02-TNMR, G03-TNM, G04-TNMR, G05-TNMR, G06-TNMR. Las variables evaluadas fueron; Peso volumétrico (PV), Porcentaje de germinación (% PG), Peso de mil semillas (PMS); los resultados se analizaron con el paquete estadístico SAS-Ver 9.2; para la variable peso volumétrico el mejor genotipo G02-TNMR con 76, el menor peso lo GO7-TNMR con 75 el peso mil semillas G01 con 45.1 gr el peso de mil semillas lo obtuvo G03-TNMR con 39.5 gs. 27 TNMR: la comparación de medias se realizo con Tukey. Lo que e indica que las variables en estudio fueron un referente de calidad de semilla de maíz.

**Palabras clave:** maíz, producción, calidad, peso volumétrico

## **PRUEBA DE UREASA PARA LA IDENTIFICACION DE *Ustilago maydis***

María Elizabeth Vera-Hernández<sup>\*</sup>; Mabel Reyes-Fuentes<sup>1</sup>; Brenda Zulema-Guerrero Aguilar<sup>2</sup>;  
Enrique Andrio-Enríquez<sup>1</sup>; Mariano Mendoza-Elos<sup>1</sup>; María Guadalupe Figueroa-Rivera

<sup>\*</sup>Estudiante de ingeniería, Tecnológico Nacional de México-Roque; <sup>1</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C.P. 38110. Celaya, Gto. <sup>2</sup>Investigadora, INIFAP Campo Experimental Bajío, Km. 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende. A. P. 112, C.P. 38010, Celaya, Gto. Autor de correspondencia: [mireyes@itroque.edu.mx](mailto:mireyes@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

*Ustilago maydis* es un hongo comestible basidiomiceto, dimórfico que infecta principalmente a la planta de maíz. Las pruebas bioquímicas determinan la actividad metabólica de una cepa pura, estas son empleadas principalmente para la identificación y clasificación de hongos y bacterias, por medio de la hidrólisis de la urea la enzima ureasa libera dos moléculas de amoníaco que alcalinizan el medio, siendo el indicador de pH el cambio de color de una prueba positiva en el caso del rojo de fenol a un color bugambilia. El objetivo del trabajo fue observar y determinar el crecimiento de *U. maydis* en forma de levaduras, obtenidos de previos aislamientos de agallas de maíz infectadas, llevándose a cabo en el TECNM-Roque e INIFAP Campo Experimental Bajío, Celaya, Gto., se colocaron 15 muestras en tubos de ensayo con medio de ureasa (esterilizado), donde se sembró en cada uno muestras previamente \*aisladas y \*purificadas en medios de cultivo YPD y PDA .Ac, dejándose incubar a temperatura ambiente durante 72 hrs, para posteriormente observar cambios en la coloración del medio. Como resultados se determinó que muestras pertenecientes a la comunidad de Sarabia, Mpio de Villagran, Gto., cambiaron de coloración, lo que nos indica que estos aislamientos son de una forma dimorfica de *Ustilago maydis* con crecimiento en forma de levadura o presencia de la disociación con alguna otra levadura semejante puesto que este método sirve para la identificación tanto de hongos como bacterias entre las que se encuentran *Candida railenensis*, *C. quercitrusa* y *Pichia guilliermondii*, por el contrario muestras de Irapuato, San Miguel de Allende, Comonfort y Celaya no fueron positivas, para lo cual se sugiere el empleo de técnicas moleculares para su reafirmación.

**Palabras clave:** Dimorfico, ureasa, levadura.

## ACTIVIDAD ANTIFÚNGICA DE EXTRACTOS HIDROALCOLICOS DE CONSUELA (*Tinantia erecta* Jacq)

Maritza Ruiz-Rojas<sup>1</sup>; Ahuizolt de Jesús Joaquín-Ramos<sup>1</sup>; Susana Elizabeth Altamirano-Romo<sup>1</sup>;  
Manuel Jerónimo-Arriaga<sup>1</sup>; César Uriel López-Palestina<sup>3</sup>; José Guillermo Marcial-Gómez<sup>2</sup>;  
Estefanía Robles-Granillo<sup>2</sup>; Jorge Gutiérrez-Tlahque<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tecnológico Nacional de México-I. T. Roque, Carretera Celaya-J. Rosas, Km. 8, C.P. 38110, Roque, Celaya, Guanajuato, México. <sup>2</sup>Ingeniería en Industrias Alimentarias, Tecnológico Nacional de México-I. T. Zitácuaro, Av. Tecnológico No 186, Manzanillos, C.P. 61534, Zitácuaro, Michoacán, México. <sup>3</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Rancho Universitario, Av. Universidad, km 1, C.P. 43600, Tulancingo de Bravo, Hidalgo, México. \*Autor de correspondencia:

[jorgegutierrez111@hotmail.com](mailto:jorgegutierrez111@hotmail.com).

### RESUMEN

La actividad biológica de las plantas ha sido muy estudiada por la resistencia a los distintos funguicidas comerciales utilizados normalmente en el control de enfermedades de cultivos hortofrutícolas. Así el objetivo del presente trabajo fue obtener extractos hidroalcoholicos de distintos tejidos de la planta Consuela y evaluar su actividad antimicótica. Los extractos hidroalcohólicos, fueron evaluados en contra de *Fusarium oxysporum*, *Phytophthora capsici*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Sclerotium rolfsii* y *Rhizoctonia solani*. Se estableció un diseño experimental completamente al azar, se realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey  $P \leq 0.05$ ). Los resultados indican que existe diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes extractos de los diferentes tejidos, donde el extracto de la hoja presentó mayor inhibición en el crecimiento de los hongos en un rango superior al 50 %, siendo *F. oxysporum* el menos sensible y *P. capsici* el más sensible al efecto del extracto. El extracto del tallo presento la menor actividad antifúngica con un porcentaje de inhibición no mayor al 7 % para *S. rolfsii* y no presento actividad antifúngica para *F. oxysporum* y *C. gloeosporioides*. Por lo tanto, las hojas de Consuela demostraron buena actividad antifúngica, posiblemente atribuida a la presencia de compuestos polares como fenoles y flavonoides, potencial sobresaliente que puede servir como un agente para el control biológico de las enfermedades.

**Palabras clave:** Actividad biología, Compuestos bioactivos, *tinantia erecta* Jacq.

## **AISLAMIENTO DE HONGOS ENTOMOPATÓGENOS CON POTENCIAL ACTIVIDAD HACIA *Spodoptera frugiperda* (LEPIDOPTERA: NOCTUIDAE)**

José G. Vargas Martínez<sup>1</sup>; Oscar J. Ortiz Arrazola<sup>1</sup>; Leonel S. Maldonado Méndez<sup>1</sup>; Ingrid  
Zanella Saenz<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico Superior de Abasolo. Blvd. Cuitzeo de los Naranjos #401, Colonia Cuitzeo de los Naranjos,  
C.P. 36976, Abasolo Guanajuato. \*Autor de correspondencia: [ingrid.zanella@tecabasolo.edu.mx](mailto:ingrid.zanella@tecabasolo.edu.mx)

### RESUMEN

México es el sexto productor de maíz en el mundo y el estado de Guanajuato ocupa el décimo lugar a nivel nacional. Uno de los mayores problemas en la producción del maíz es la presencia de plagas, entre las que destaca el gusano cogollero del maíz, *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). El uso de insecticidas químicos ha sido el principal método de control, lo cual ha ocasionado afectaciones ambientales, a la salud y resistencias, lo que lleva a la búsqueda de nuevas alternativas como el uso de agentes entomopatógenos, entre los cuales figuran los hongos entomopatógenos. El presente trabajo tuvo como objetivo aislar hongos entomopatógenos en cultivos de maíz, para lo cual se muestrearon suelos de cuatro sitios diferentes en el municipio de Abasolo Guanajuato, así como larvas micosadas presentes en dichos cultivos; se colectaron tres larvas micosadas en campo y para el trapeo de hongos de suelo se utilizaron 10 larvas de *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) y de *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae), colocándolas en el suelo húmedo e incubadas a 28°C durante 7 días y transcurrido ese tiempo transferidas a cámaras húmedas e incubadas a 28°C, detectándose crecimiento de hongos en dos larvas de *G. mellonella* y tres de *T. mollitor*; una vez esporulado el hongo fue sembrado en medio Papa Dextrosa Agar. Las características morfológicas y microscópicas de los hongos aislados son semejantes a los reportados para los géneros *Beauveria* y *Metarhizium*, sin embargo, es necesario llevar a cabo la identificación molecular de los mismos.

**Palabras clave:** maíz, *Spodoptera frugiperda*, control biológico, hongos entomopatógenos.

## **CANNABIS: UNA REVISIÓN DE LOS EFECTOS EN EL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL**

Luis Carmen González-Balderas

Instituto Tecnológico de Roque. Autor de correspondencia: [luis.balderas.lb19@gmail.com](mailto:luis.balderas.lb19@gmail.com)

### **RESUMEN**

El cannabis es una droga ilegal de amplio uso, principalmente por jóvenes y adultos. El consumo de cannabis genera un importante impacto cultural en México. El efecto psicológicamente estimulador que genera es ampliamente reconocido; sin embargo, se han llevado a cabo investigaciones en una serie de procesos que derivan su naturalización, ya que en su uso terapéutico se ha demostrado que los cannaboides permiten mejoras en el sistema nervioso central con sus principales activos. Los cannaboides THC (Tetrahidrocannabinol) y CBD (Cannabidiol) tienen la habilidad de conectarse con muchas células de nuestro cuerpo, siendo la llave de un candado molecular, conectándose en los receptores CB1 (Cannabioide tipo 1) y CB2 (Cannabioide tipo 2), y tienen efectos positivos como mensajeros químicos que están relacionados con los procesos anti regulatorios del cuerpo, como el control de temperatura, el PH e incluso los niveles de azúcar en la sangre, debido a que el cuerpo humano segrega de manera natural un cannabioide al cual se nombra anandomina que es parte de un sistema más amplio de comunicación que se denomina sistema endocannabioide e interviene de manera vital en numerosos procesos de nuestro organismo como la coordinación motora, control de dolor, tratamiento de afecciones al oído, tratamiento de afecciones cutáneas, tratamiento de tumores, calmante, anestésico o simplemente levantar el ánimo; y administrado en dosis adecuadas ayuda a controlar la epilepsia, y estimulan el apetito para pacientes en tratamiento por cáncer o VIH.

**Palabras clave:** Cannabis, Consumo, Efectos positivos, Uso terapéutico, Sistema nervioso central, Tratamiento.

## **RESPUESTA FISIOLÓGICA DE FRIJOL AL USO EFICIENTE DEL AGUA**

María Guadalupe Perez-Rodriguez<sup>1\*</sup>; Cesar Leobardo Aguirre-Mancilla<sup>1</sup>; Glenda Margarita  
Gutiérrez-Benicio<sup>2</sup>; Gilberto Rodríguez-Pérez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Roque. Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Celaya, Gto. C.P. 38110. \*Autor de  
correspondencia: mgperezr1989@gmail.com

### **RESUMEN**

El frijol (*Phaseolus vulgaris*) es la leguminosa de mayor consumo en México e importante en el consumo humano: El cultivo presenta susceptibilidad a cambios por estrés biótico y abiótico, principalmente al estrés hídrico, por lo que las sequías recurrentes afectan de manera considerable la producción del frijol. En México el 70 % del cultivo se siembra en condiciones de temporal errático, por lo que es necesario buscar alternativas para mejorar las condiciones bajo este régimen hídrico; una de ellas es generar variedades que realicen un Uso Eficiente del Agua (UEA), con lo cual se busca afrontar las situaciones previstas de escasez de agua y obtener un mayor rendimiento en condiciones limitantes. En la presente investigación el objetivo fue determinar la respuesta fisiológica del UEA en tres variedades de frijol (Bayo Madero, Bayo Barrendo y Pinto Saltillo) bajo diferentes capacidades de campo: 20 y 60 %.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris*, Uso Eficiente del Agua, Sequia.

## **EVALUACIÓN DE CRUZAS DE PRUEBA DE 22 LÍNEAS ÉLITE DE MAÍZ (*Zea mays* L.) DEL CIMMYT**

Víctor A. Moncada-Hernández<sup>1</sup>; Maricela Morales-Pérez<sup>2\*</sup>; Jorge Covarrubias-Prieto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería en Innovación Agrícola, Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra. <sup>2</sup>Investigadora, Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra. <sup>3</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. \*Autor de correspondencia: [mamorale@itess.edu.mx](mailto:mamorale@itess.edu.mx).

### **RESUMEN**

El maíz es un cultivo de mayor importancia social y económica en México. El mejoramiento genético y la innovación en semillas son factores cruciales en el aumento de la productividad del maíz. Para la realización del presente trabajo se utilizaron 22 líneas proporcionadas por el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) y tres probadores conocidos. El objetivo de la presente fue la evaluación e identificación de cruzas sobresalientes con potencial para la producción en la región tomando en cuenta variables determinantes en rendimiento y sanidad, mediante un ANOVA se definieron seis cruzas significativas (D11 X B09), (B09 X 384), (D11 X 549), (B09 X 491), (B09 X 246) y (D11 X 491) en la localidad las cuales se han seleccionado para estudios posteriores en la búsqueda de transferencia de tecnologías para los productores de la región.

**Palabras clave:** *Zea mays*, líneas, cruzas de prueba, productividad.

## SELECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE LÍNEAS S6 EN SORGO GRANO BLANCO EN SAN PEDRO COMITANCILLO OAXACA

José Manuel Cabrera-Toledo<sup>1§</sup>; Zulma Castillejos-Antonio<sup>1</sup>; Juan Rendón-Cruz<sup>1</sup>; Pedro Márquez-Castillo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Profesor, Tecnológico Nacional de México-Comitancillo; <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [cabreratoledo@hotmail.com](mailto:cabreratoledo@hotmail.com)

### RESUMEN

En Oaxaca, se sembró una superficie de 20,766 ha de sorgo de grano en 2018, correspondiendo a la región del Istmo de Tehuantepec el 91.4 % de esta superficie. El 98 % se cultiva con híbridos y el resto con variedades de polinización libre. Con la finalidad de evitar la dependencia de semillas mejoradas producidas fuera de la región en referencia, se ha iniciado un programa de mejoramiento genético mediante selección de poblaciones de grano de color blanco. La producción de sorgo de grano blanco, representa una gran oportunidad por su mayor contenido de proteínas ser un estímulo o condición de un mejor precio de cosecha comparado con el sorgo de grano de color rojo. El objetivo del presente trabajo fue seleccionar y caracterizar líneas en S6 de poblaciones de sorgo blanco, para la creación de variedades de polinización abierta o progenitores de híbridos en las condiciones locales. En el ciclo agrícola primavera verano 2018, se evaluó un total de 114 líneas generadas en un año anterior. El 26 % del germoplasma presentó un rendimiento de grano de 3.82 t ha<sup>-1</sup>, el largo de panícula osciló de 14.8 a 25 cm, el diámetro de panícula fue de 2 a 8.4 cm, en peso de 1000 granos 22.6 a 40 g, granos por panícula de 855 a 2400. Se recomienda incrementar semillas de las líneas sobresalientes, para realizar pruebas de rendimiento y establecer parcelas de validación con productores regionales.

**Palabras clave:** *Sorghum bicolor*, sorgo blanco, polinización libre, germoplasma

## **ESTRÉS SALINO SÓDICO EN EL CULTIVO DE ALFALFA (*Medicago sativa* L.)**

Maricela Morales-Pérez<sup>1</sup>; Juan G. Ramírez-Pimentel<sup>2\*</sup>; Jorge Covarrubias-Prieto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. \*Autor de correspondencia: [garamirez@itroque.edu.mx](mailto:garamirez@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

El cultivo de alfalfa tiene una gran importancia económica y social en el estado de Guanajuato debido a que ocupa el tercer lugar de producción a nivel nacional. El crecimiento y el desarrollo de la alfalfa están limitados por múltiples factores de estrés ambiental, como la sequía, la sal y la temperatura extrema. La sensibilidad a sales sódicas en un cultivo y en una variedad varía con la etapa de crecimiento, la concentración y el periodo de tiempo de dicho estrés; por lo tanto, el crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo se ve afectadas. Nuestro objetivo fue comparar los efectos en etapas vegetativas de 6 variedades de alfalfa (Valentina, San Miguelito, Júpiter, Gigante, Vía Láctea y RUVA 110) utilizadas en la región Bajío del estado de Guanajuato bajo diferentes concentraciones salinas sódicas ( NaCl 200 mM, 100 mM y 50 mM) y el control, para la identificación de los genotipos resistentes en estas etapas. Las variables agronómicas fueron evaluadas bajo un diseño de BCA y analizadas con un ANOVA teniendo resultados significativos en la variedad San Miguelito y Júpiter, ya que estas presentaron adaptaciones favorables a nivel radicular, por un aumento en número de brotes y trifolios, una menor lignificación en tallos y una mejor altura; sin embargo no hubo significancia en la iteración de tratamientos por variedades. Con lo anterior reafirmamos la importancia del conocimiento del origen y adaptabilidad de los materiales varietales dentro de esta especie forrajera, para una elección al decidir establecer el cultivo.

**Palabras clave:** Estrés, salinidad sódica, alfalfa, etapa vegetativa.

## EFFECTOS DEL JABÓN POTÁSICO PARA EL CONTROL DE HONGOS FITOPATÓGENOS DE FRESA

José Martín Suaste-Franco<sup>1</sup>; Blanca Estela González-Pacheco<sup>2</sup>; Andrio-Enríquez Enrique<sup>1</sup>;  
Carlos Cuellar-Zambrano<sup>3</sup>; Antonio Vásquez-Ortega<sup>1</sup>; José Honorato Arregín-Centeno<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Roque. <sup>2</sup>Laboratorio AG S.A de C.V. <sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales  
Agrícola y Pecuarias (INIFAP). \*Autor de correspondencia: [honorato.arreguin@gmail.com](mailto:honorato.arreguin@gmail.com)

### RESUMEN

El género *Colletotrichum* sp. es el agente causal de la antracnosis en un amplio rango de hospedantes y *Alternaria* sp. está asociado al complejo de hongos que ocasionan la secadera en fresas en el estado Guanajuato. En el Laboratorio AG S.A de C.V se diagnosticaron, aislaron y purificaron los hongos del cultivo de fresa con el objetivo de evaluar el efecto del jabón potásico en el desarrollo y control del crecimiento de los hongos con pruebas *in vitro*. Se realizaron pruebas de efectividad biológicas *in vitro* con diferentes concentraciones del jabón potásico para evaluar el efecto que tiene sobre los hongos *Colletotrichum* spp. y *Alternaria* sp. Se utilizó el método de discos, que consiste en impregnar el producto en cuatro discos de papel filtro de 8mm de diámetro y colocar el hongo fitopatógeno en el centro de la caja de Petri. El producto se diluyó en los porcentajes de 10, 15 y 20 % para probarlo contra los hongos mencionados. Los resultados prueban que el jabón potásico tiene un control significativo contra *Alternaria* sp., y *Collectotrichum* sp., en este último se observó que en la cantidad de picnidios tuvo diferencias significativas con respecto al testigo.

**Palabras clave:** porcentaje de crecimiento, efectividad, control, desarrollo, micelio.

## ANÁLISIS HIDROGEOQUÍMICO DEL RIO LAJA

Miguel González-Jiménez<sup>1\*</sup>; Joan Alberto Sánchez-Sánchez<sup>1</sup>; Teresa Álvarez-Legorreta<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Roque, Celaya Guanajuato. \*Autor de correspondencia:

[miguel0n3991@hotmail.com](mailto:miguel0n3991@hotmail.com)

### RESUMEN

La calidad natural de las aguas constituye hoy una preocupación constante debido al acelerado crecimiento demográfico e industrial, al vertimiento incontrolado de residuos y la escasez creciente de agua limpia. La cuenca hidrográfica es precisamente la unidad ambiental clave para estudiar esta problemática. La subcuenca Laja-Bajío presenta en su territorio un número considerable de usuarios que requieren de aguas de buena calidad. Por tanto, esta investigación tiene como objetivo obtener la caracterización y el análisis hidrogeoquímico de la subcuenca hidrológica superficial Laja-Bajío. Para el estudio, se tomaron 7 puntos de muestreo y se hizo la toma de muestra cada 15 días durante 3 meses en los períodos lluvioso y poco lluvioso. Las aguas del territorio presentan temperaturas ambiente entre los 27.0 y 28.4 O C y rangos de pH normales. Los iones bicarbonato y calcio son los de mayores concentraciones, seguidos de los iones sulfato y en menor cuantía el sodio; el magnesio es apenas representativo (2.57 – 8.29 mg/l), esto explica la composición química de las aguas y por tanto el patrón hidrogeoquímico que las caracteriza. En conclusiones se obtuvo que las aguas subterráneas son Bicarbonatadas Cálcicas y que evolucionan a Bicarbonatada Sulfatada Cálcico Sódicas, y las aguas superficiales son Bicarbonatada Sulfatada Cálcico Sódicas. Los procesos geoquímicos que determinan el origen y composición química de las aguas del territorio son fundamentalmente: disolución de calcita y dolomita, oxidación de pirita u otras fuentes de aporte de sulfato, y la disolución y precipitación de halita.

**Palabras clave:** Calidad del agua, patrón hidrogeoquímico, aguas superficiales.

## **EFFECTO DE LA INTENSIDAD DE LUZ SOBRE CRECIMIENTO EN *Coriandrum sativum* VARIEDAD LIDERETH EN SALVATIERRA**

Norma A. Arroyo-Santarosa<sup>1\*</sup>; Mauricio González-Calderón<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra. \*Autor por correspondencia:  
andre1998.santarosa@outlook.com

### **RESUMEN**

Dado la importancia culinaria que posee el cilantro, se ha convertido en un cultivo de gran importancia dentro de las plantas aromáticas, por lo que es necesario incrementar su producción. Esta investigación planteo como objetivo evaluar el efecto de la luz a distintas intensidades en el crecimiento y desarrollo del cultivo, en busca de alternativas para la producción en ambientes controlados. En el presente estudio se analizó el crecimiento, en altura y número de ramas en cultivo de *Coriandrum sativum* variedad Lidereth, durante un periodo de 5 semanas en campo. Los diferentes tratamientos de luz correspondieron a 35%, 50%, 70% y 100% de luz solar directa. Los resultados obtenidos indican que la intensidad de luz tiene un efecto negativo sobre la altura total de las plantas variando de 19 cm para el tratamiento 1(100%) y 29.46 cm para el tratamiento 4 (35%) para el caso de numero de ramas se obtuvo un efecto positivo presentándose sus valores más altos en el tratamiento 1 con una media de 13 ramas con valores mínimos fue el tratamiento 4 con 7 ramas. El tratamiento en el que mejor crecieron las plantas fue el de 70% de intensidad de luz.

**Palabras clave:** *Coriandrum sativum* var. Lidereth, intensidad de luz, crecimiento, ramas, altura.

## **EVALUACIÓN GENOTIPOS DE MAÍZ (*Zea mays* L) PARA EL COMPLEJO MANCHA DE ASFALTO EN LA SIERRA ALTA DEL ESTADO DE HIDALGO**

Briseyda Pérez-Bautista<sup>1</sup>; María del Socorro Fuentes-Andrade<sup>2</sup>; Cesar Jiménez-Pelcastre<sup>2</sup>;  
Ricardo Guevara-Herrera<sup>2</sup>; Raúl Valentín-Islas<sup>2\*</sup>; Terence Molnar<sup>3</sup>; Margarita Islas-Pelcastre<sup>4</sup>;  
Cirenio Velasco-Castillo<sup>5</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniera en Manejo Sustentable de los Recursos Naturales de la UTSH. <sup>2</sup>Integrantes del cuerpo académico de la Universidad Tecnológica de la Sierra Hidalguense. Área Recursos Naturales. <sup>3</sup>Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). <sup>4</sup>Profesora Investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. <sup>5</sup>Docente de la UTSH. \*Autor de correspondencia: [valentin\\_raul@hotmail.com](mailto:valentin_raul@hotmail.com)

### **RESUMEN**

El complejo mancha de asfalto (CMA), es de suma importancia en la sierra alta del estado de Hidalgo, por su impacto en el rendimiento de los híbridos de maíz comerciales. Este complejo es causada por una sucesión de tres hongos fungosos: *Phyllachora maydis* Maubl., *Monographella maydis* Müller & Samuels y *Coniothyrium phyllachorae* Maubl., la adopción de nuevos híbridos de maíz para incrementar el rendimiento de grano en la región de Molango ha contribuido a la expansión del CMA, debido a que no se realizan las evaluaciones correspondientes de los materiales nuevos y se introducen sin validación a esta zona. La localidad de evaluación estuvo ubicada en el CBTa No. 6 de Molango de Escamilla, se sembraron 11 híbridos (F1) de cruza triple y dos testigos de PIONNER, el material genético fue proporcionado por el CIMMYT. Analizando los datos la  $R^2$ , estuvo en los rangos de 0.375 y 0.641, para las diferentes variable en estudio, así mismo el análisis de varianza muestra diferencias entre los genotipo evaluados al nivel de  $P \leq 0.05$ , para las variables peso de grano, humedad del grano, peso volumétrico, temperatura, complejo macha de asfalto, altura de planta y mazorca, y sin diferencias para floración femenina y masculina; de acuerdo con la comparación de medias el hibrido triple CLTHW13001 presento la mayor media de rendimiento de grano de maíz que es 5.8 t ha<sup>-1</sup> y obtuvo un valor de 1.3 de calificación, para el complejo mancha de asfalto, lo cual es bastante tolerante para esta zona.

**Palabras clave:** Peso de grano, humedad del grano, peso volumétrico, complejo macha de asfalto, temperatura.

## **RENDIMIENTO DE FORRAJE DE MAÍCES NATIVOS DEL ESTADO DE GUANAJUATO**

Juan M. López-González<sup>1\*</sup>; Ricardo E. Preciado-Ortiz<sup>2</sup>; Jesús Frías-Pizano<sup>3</sup>; Arturo D. Terrón-Ibarra<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería en Agronomía, TecNM-Roque. <sup>2</sup>Investigador, INIFAP. <sup>3</sup>Profesor-Investigador, TecNM-Roque. \*Autor de correspondencia: [juanmalogo26mail.com](mailto:juanmalogo26mail.com)

### **RESUMEN**

En la actualidad existen variedades nativas utilizadas con fines forrajeros, las cuales pueden ser aprovechadas como base genética para el mejoramiento de maíces forrajeros y para la alimentación de ganado. El objetivo fue evaluar el rendimiento de forraje verde de variedades del estado de Guanajuato, para seleccionar los más aptos para la producción de forraje, e identificar el germoplasma que pueda aprovecharse en genético. Se sembraron 58 variedades de maíces nativos colectados por INIFAP-CONABIO, de las razas: Cónico Norteño, Bolita, Elotes Cónicos y Ratón; la evaluación se llevó a cabo en el INIFAP Campo Experimental Bajío, con un diseño experimental Alpha Lattice de 8x8 con dos repeticiones, y la parcela experimental de un surco de cinco metros, con una distancia entre surcos de 0.75m a una densidad de siembra de noventa mil plantas por hectárea. Las variables evaluar; días a floración masculina y femenina, alturas de planta y de mazorca, peso fresco de cinco plantas y peso de las mazorcas de las cinco plantas. El 39.6% de los materiales evaluados fueron de ciclo precoz (63-69 días a floración); el resto es de ciclo intermedio (70-77 días a floración); El rendimiento de materia verde de ocho materiales de la raza Cónico Norteño; uno de la raza Bolita y otro de la raza Ratón, rebasaron las 68 toneladas por hectárea, el más sobresaliente con un rendimiento de 80.25 Ton/ha fue una colecta Cónico Norteño. Los resultados muestran que existen variedades nativas con potencial de rendimiento forrajero que podrán ser germoplasma para mejoramiento genético.

**Palabras clave:** Maíces Nativos, Forraje.

## EL ENFOQUE DE SISTEMAS AGROINDUSTRIALES

Miguel Adrián Martínez-Trujillo

Tecnológico nacional de México/Instituto Tecnológico de Roque. Autor de

correspondencia: [15980701@itroque.edu.mx](mailto:15980701@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

La articulación entre la producción primaria (proveniente de los sectores agrícola, pecuario, forestal y acuícola) y la transformación, permitió el desarrollo del concepto de Agroindustria; sin embargo, con el paso del tiempo se comenzaron a construir una serie de enfoques que buscaban atender los intereses de estudio de los diferentes autores en torno al tema agroindustrial. Es así como nacieron enfoques como el de Sistemas Agroindustriales, Cadenas Agroindustriales, Sistemas Agroalimentarios Localizados, Red de Valor y Clúster, entre otros. Cada enfoque es particular y específico en la concepción teórica, y en consecuencia en su componente práctico. En este artículo en particular, donde se presenta el enfoque de Sistemas Agroindustriales, se considera inicialmente el marco conceptual que sirvió de referencia para su construcción, y para ello se analizan los aportes de conceptos como los de Sistemas Agropecuarios, Agronegocio (*agribusiness*), Sistemas Agroalimentarios, Agricultura Ampliada y el de Industrialización de la Agricultura. Posteriormente se desarrolla el concepto de Sistema Agroindustrial, las características de este enfoque y las particularidades para su aplicación, así como los elementos diferenciadores con los otros enfoques.

**Palabras clave:** Sistemas Agroindustriales, enfoques de la Agroindustria.

## EVALUACION DE VARIEDADES EXPERIMENTALES DE MAIZ PARA BAJÍO

Yolanda María Mozqueda-Martinez<sup>1\*</sup>; Brenda Karina Mendoza-Gómez<sup>2</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>3</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>3</sup>; Mariano Díaz- Ruiz<sup>2</sup>; Ana Valeria Olivares-García<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante del Instituto Tecnológico de Roque. Celaya Gto. <sup>3</sup>Profesor- investigador del Instituto Tecnológico de Roque. Celaya Gto.<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. \*Autor de correspondencia: [yolandaini19@gmail.com](mailto:yolandaini19@gmail.com)

### RESUMEN

El maíz es uno de los principales cultivos a nivel mundial, así mismo, es considerado como uno de los granos más importantes producidos en México; dentro de los granos básicos se pueden mencionar el frijol, el sorgo y el maíz, de los cuales, este último representa más del 50 por ciento de la producción total. El principal objetivo político de casi todos los países productores de maíz blanco es satisfacer las necesidades nacionales con la producción interna. El objetivo de la presente investigación fue la evaluación los componentes de rendimiento de 6 variedades de maíz blanco. Se registraron caracteres agronómicos (longitud y diámetro de mazorca, hojas abajo, arriba y total por planta, floración masculina y femenina) y rendimiento de campo. Se usó un diseño de bloques completos al azar con seis variedades y tres repeticiones. Se establecieron 32 semillas por surco. Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre genotipos para longitud de mazorca, peso volumétrico, hojas totales, peso de semilla y rendimiento de campo y no tuvo efecto estadístico para peso de olote, número de hileras por mazorca y número de hojas debajo de la mazorca. Con respecto a la prueba de medias para la variable de peso de 100 semillas las cruzas 9x3 y 2x7 obtuvieron los pesos mas altos (45.26 y 44.90) y el menor peso lo obtuvieron las cruzas 9x2 y 2x1 (40.96 y 40.13). El mayor número de hojas arriba fue para la cruz 2x5 (7.33) y la de menor fue para la cruz 9x10 (6.00), en cuanto al rendimiento en campo la cruz 2x7 obtuvo la media más alta con 10,638.80 t ha<sup>-1</sup> y la cruz menos rendidora fue la 9x3 con 8309.30 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabra clave:** rendimiento, maíz, rendimiento, variedades.

## ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN PARÁMETROS AGRONÓMICOS DE PLANTULAS DE LECHUGA (*Lactuca sativa*)

Arlet Torres Chimes<sup>1</sup>, Juan Guadalupe Hernández Lira<sup>2</sup>, Francisco Cervantes Ortíz<sup>3</sup>, Hugo Cesar Cisneros López<sup>3</sup>, Luis Patricio Guevara Acevedo<sup>3§</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Maestría en Agricultura Protegida, Universidad de la Salle Bajío Avenida Universidad 602, Lomas del Campestre, León, Gto. <sup>2</sup>Estudiante de Licenciatura en Agronomía, Tecnológico Nacional de México-Roque. Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Gto. <sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [lpguevara@itroque.edu.mx](mailto:lpguevara@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de algas marinas, ácido salicílico y citoquininas en parámetros agronómicos de plántulas de lechuga. Para ello se sembró el híbrido L106 (Seminis®) en charolas de polietileno con un total de 338 cavidades y 7 mL de capacidad cada una, después de ser sembradas, fueron cubiertas con vermiculita y colocadas en una tarima para su germinación, pasados 3 días se trasladaron al invernadero. A los 8 días después de la siembra, se aplicaron los tratamientos a base de algas marinas, ácido salicílico y citoquininas, a las dosis de 5 mL L<sup>-1</sup>, 6.7 mM, y 0.5 ppm respectivamente en un diseño de bloques completamente al azar con 3 bloques y un testigo absoluto. A los 7 días posteriores a la primera aplicación de los tratamientos se tomaron 10 plántulas al azar por unidad experimental y se evaluaron los parámetros agronómicos, longitud total, longitud de tallo, longitud de raíz, unidades SPAD de clorofila, peso fresco, peso seco y biomasa. Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza en un diseño experimental de bloques al azar con 4 bloques y un testigo absoluto. Los resultados muestran que el tratamiento con algas marinas más ácido salicílico respectivamente, presentó los mayores valores para longitud total, de raíz y tallo, unidades SPAD de clorofila, peso fresco, peso seco y biomasa, mientras que, para número de hojas, diámetro de tallo y número de raíces ningún tratamiento superó al testigo.

**Palabras clave:** parámetros agronómicos, citoquininas, ácido salicílico.

## **LOS FERTILIZANTES LÍQUIDOS ORGÁNICOS EN EL CULTIVO DE PEPINO PERSA (*Cucumis sativus*) EN INVERNADERO**

Damián Mauricio Monreal-González<sup>1</sup>; Ernesto Vargas-Medina<sup>1</sup>; Brian Soto-García<sup>1</sup>; Jesús Frías-Pizano<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/Roque, Celaya Gto. \*Autor de correspondencia: [monreal.199620@gmail.com](mailto:monreal.199620@gmail.com)

### **RESUMEN**

Este trabajo consiste la utilización de técnicas amigables con el ambiente en la producción agrícola, en este caso se utilizó la aplicación de fertilizantes líquidos orgánicos extraídos de piedras volcánicas, que contienen diferentes nutrientes y en especial un alto contenido de calcio, se realizó en todas las etapas fenológicas del cultivo de pepino. La superficie sembrada de pepino persa en Guanajuato es de 347 ha con una producción promedio de 11322 t. ocupa el noveno lugar a nivel nacional de acuerdo a datos de SAGARPA en 2017. Ante este reto el uso de alternativas para la nutrición orgánica, es de importancia para elevar la productividad. Además de disminuir riesgos que impacten al ambiente, la salud humana y reducir costos que incrementen los beneficios de las familias productoras. La investigación se desarrolló en el campo de la empresa Sierra Pack ubicado en Acámbaro Guanajuato, se utilizó la variedad persa. El diseño bloques completos al azar, con un tratamiento y un testigo, se monitoreo, las plantas de acuerdo al tratamiento y se midió cada siete días para el registro de datos. Los resultados muestran que el tratamiento presento 5% de rendimiento, es importante indicar que fue la primera vez que se utilizaron en la zona de Guanajuato, se presentó un mejoramiento en los índices de producción del pepino con fertilizantes orgánicos, y buen desarrollo de la planta. Se concluye que la utilización de productos orgánicos compuestos con piedra volcánica en la producción de pepino persa en invernadero, aportan al cultivo nutriente que garantizan un mejor desarrollo e incremento en la producción y calidad.

**Palabras claves:** nutrición orgánica, piedras volcánicas, fertilizantes.

## SELECCIÓN DE *Bacillus* sp DEGRADADORES DE HERBICIDAS.

Lopez-Buenabad G.<sup>1</sup>; Cañada-Coyote E.<sup>1</sup>; Velázquez-Ordinola A.<sup>1</sup>; Cabrera-Becerra M.K.V.<sup>1</sup>;  
Aguirre Mancilla C.L.<sup>1</sup>; Castellanos-Ramos J. Z<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México/I.T. Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas, km.8, Celaya, Guanajuato. \*Autor de correspondencia [javier.castellanos.ramos@gmail.com](mailto:javier.castellanos.ramos@gmail.com).

### RESUMEN

Los herbicidas químicos se usan ampliamente para controlar las malezas y con frecuencia se detectan como contaminantes en el medio ambiente. Debido a su toxicidad, el destino ambiental de los herbicidas es de gran preocupación. El catabolismo microbiano se considera la vía principal para la disipación de Herbicidas en el medio ambiente. En las últimas décadas, ha habido un número creciente de informes sobre el catabolismo de diversos herbicidas por microorganismos. Seleccionar cepas de *Bacillus* sp degradadoras de herbicidas, es de importancia para utilizarlas como bioremediadoras del suelo debido a su gran número de rutas metabólicas, logrando ser uno de los microorganismos más utilizados en la agricultura. Se evaluaron tres de cepas de *Bacillus* sp, 10 µL de cultivo bacteriano con una OD. 0.4, se colocó al centro del medio en seis tratamientos los cuales son; tres herbicidas (Imazapir, 2,4-d y Glifosato) y dosis de 100, 200 y 300 mg i.a./L en medio mínimo y agar agua, así como sus controles correspondientes. Los resultados muestran que la cepa BM43/4 es la mejor de las tres cepas evaluadas en los tratamientos AA-300 mg Imazapir y MM-300 2,4-D alcanzando un desarrollo de 6 y 9 mm al cuarto día respectivamente; destacando que para desarrollarse en Imazapir no requiere nutrientes. Sin embargo, en el tratamiento con glifosato destaca la cepa PsM32/4 en el tratamiento MM-300 mg Glifosato alcanzando casi 6 mm de desarrollo al cuarto día; esta diferencia de desarrollo se debe a la diferencia en las rutas metabólicas para degradar los herbicidas.

**Palabras clave:** Bioremediación, *Bacillus*, Herbicida.

## **ACTIVADORES FISIOLÓGICOS EN PARÁMETROS AGRONÓMICOS DE PLANTULAS DE TOMATE DE CASCARA (*Physalis ixocarpa* Brot)**

Juan Guadalupe Hernández-Lira<sup>1</sup>; Arlet Torres-Chimes<sup>2</sup>; Luis Patricio Guevara-Acevedo<sup>3</sup>;  
Silvano Ochoa-Galaz<sup>3</sup>; Daniel Rodríguez-Mercado<sup>3</sup>; Julio Cesar León-Vargas<sup>3§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto. <sup>2</sup>Estudiante de Maestría en Agricultura Protegida, Universidad de la Salle Bajío, Avenida Universidad 602, Lomas del Campestre, León, Gto. <sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [leonvargasjulio@gmail.com](mailto:leonvargasjulio@gmail.com)

### **RESUMEN**

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de algas marinas, ácido salicílico y citoquininas en parámetros agronómicos de plántulas de tomate. Para ello se sembró el híbrido Siqueiros (Harris Moran<sup>®</sup>) en charolas de polietileno con un total de 338 cavidades y 10 mL de capacidad cada una, después de ser sembradas, fueron cubiertas con vermiculita y colocadas en una tarima de germinación, pasado 3 días se trasladaron al invernadero. A los 8 días después de la siembra, se aplicaron los tratamientos a base de algas marinas, ácido salicílico y citoquininas, a las dosis de 5ml/l, 6.7mM, y 0.5 p.p.m. respectivamente en un diseño de bloques completamente al azar con 4 bloques (charolas), y un testigo absoluto. A los 7 días posteriores a la primera aplicación de los tratamientos se tomaron 10 plántulas al azar por unidad experimental y se evaluaron los parámetros agronómicos, longitud total, longitud de tallo, longitud de raíz, unidades SPAD de clorofila, peso fresco, peso seco y biomasa. Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza en un diseño experimental de bloques al azar con 4 bloques y un testigo absoluto. Los resultados muestran que la aplicación de algas marinas presentó los mayores valores en la altura total de plántula. El ácido salicílico y en combinación con citoquininas y algas marinas presentó los mayores valores en el número de hojas y raíces, en diámetro de tallo, longitud de raíz, pf y biomasa, en longitud de tallo y unidades SPAD de clorofila respectivamente.

**Palabras clave:** Unidad experimental, algas marinas, citoquininas.

## **EVALUACION DE LA MORTALIDAD DE LA MOSCA DE LOS CHAMPIÑONES *Megaselia halterata* (Wood) CON LA MEZCLA DE PIRETRINAS Y ACEITES NATURALES**

Angel Ernesto Chávez Chavez<sup>1</sup>; Julio Cesar León Vargas<sup>2</sup>; Silvano Ochoa Galaz<sup>2</sup>; Arturo Buenavista Centeno<sup>1</sup>; Servando Orozco Beltran<sup>3</sup>; Luis Patricio Guevara Acevedo<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Roque, Celaya, Gto. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, Roque, Celaya, Gto. <sup>3</sup>Champiñones San Miguel, San Miguel de Allende, Gto. <sup>§</sup>Autor de correspondencia:

lpguevara@itroque.edu.mx

### **RESUMEN**

El objetivo de este estudio fue evaluar la mortalidad de *Megaselia halterata* con la mezcla de tres piretrinas; 1) Pirecris<sup>®</sup>, 2) extracto de piretrinas naturales I y II (Santem<sup>®</sup>) y 3) piretrinas (PyGanic<sup>®</sup>), con tres vehículos en casas de producción; 1) cera de abeja (Kumo<sup>®</sup>), 2) jabón agrícola de canela (Cinnerate<sup>®</sup>) y 3) aceite parafínico (Stylet-oil<sup>®</sup>), las dosis utilizadas fueron de 80 ml para Pirecris<sup>®</sup>, 70 ml para Santem<sup>®</sup> y 120 ml para PyGanic<sup>®</sup>, se aforo a 250 ml con el vehículo. Las aplicaciones se realizaron en un diseño de bloques al azar con diseño factorial A x B, siendo el factor A los insecticidas y el factor B los vehículos con 4 repeticiones y un testigo blanco. Antes de realizar las aplicaciones se colocaron trampas con pegamento de 440 cm<sup>2</sup>, fueron colocadas dentro de las casas formando un 5 de oros repartidas entre las camas del cultivo. A las 24 h de ser colocadas las trampas se realizó el conteo de presencia de plaga una hora antes de empezar con la aplicación, la aplicación se realizó con termo nebulizadora. A las 24 y 48 h después de realizar la aplicación, se realizó el conteo de presencia del insecto en cada trampa. A los resultados observados se realizó una corrección de mortalidad con la formula de Henderson y Tilton (1955) y se realizó un análisis de varianza y una prueba de medias Tukey ( $\alpha$ , 0.05). Los resultados muestran que la combinación Santem<sup>®</sup>-Cinnerate<sup>®</sup> obtuvo un mayor porcentaje de mortalidad (71.71%±13.11) a las 24 h en comparación con las demás combinaciones, sin embargo, para las 48 h PyGanic<sup>®</sup>-Kumo<sup>®</sup> obtuvo un mayor porcentaje de mortalidad (61.07±2.7) en comparación con los demás tratamientos.

**Palabras claves:** Champiñones, control alternativo, aceites vegetales

## **AUTOMATIZACIÓN DE COMEDEROS PARA CERDOS EN EXPERIMENTACIÓN**

Maythe Bautista-Ramírez<sup>1</sup>; Francisca De La Cruz-Sabas<sup>1</sup>; Leodegario Redondo-Martínez<sup>2&</sup>; José M. Romero-Orta<sup>2</sup>; Roberto Jiménez-San Juan<sup>2</sup>; María T. González-Lemuz<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura, Tecnológico Nacional de México Plantel Huejutla, <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México Plantel Huejutla, &Autor de correspondencia: [lrn161178@hotmail.com](mailto:lrn161178@hotmail.com)

### **RESUMEN**

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México Campus Huejutla con el propósito de evaluar un sistema de comederos automatizados contra un proceso de alimentación para cerdos con comederos convencionales, para la toma de datos se utilizarán 20 cerdos híbridos (Landrace × Pietrain) de ambos sexos para ser distribuidos aleatoriamente en dos tratamientos: el grupo experimental en donde los datos se tomaron con un comedero automático (CA, n=10) y el grupo testigo (GT, n=10) donde los datos se tomaron de manera convencional con bitácora. El grupo experimental con comederos automáticos, registra dos datos, frecuencia de consumo y cantidad de alimento consumido; estos datos se detectan a través del uso de sensores instalados y configurados en el comedero (acercamiento del cerdo y cantidad de alimento que el cerdo consume), estos datos se registran en una base de datos que se administra con una aplicación, misma que procesa los datos y los presenta al productor de forma gráfica o estadística y a la vez calcula con ellos ciertas variables productivas como: peso vivo (PVi, PVf, kg), la ganancia diaria de peso (GDP, kg d-1), consumo diario de alimento (CDA, kg d-1), alimento ofrecido contra el menos rechazado y la conversión alimenticia (CA). Esta información se comparó con los datos y valores calculados en el grupo testigo, para marcar las diferencias en ambos métodos y se determinó el margen de error de ellos, validando la eficiencia de los comederos automatizados.

**Palabras Clave:** Comederos Automáticos, Comederos Automatizados, Cerdos Híbridos, Sensores, Base de Datos, Conversión Alimenticia.

## **DETECCIÓN DEL ESTADO FISIOLÓGICO DE FORRAJES EN PRADERAS CON IMÁGENES ADQUIRIDAS POR DRONES**

Esmeralda Reyes-Bautista<sup>1</sup>; Maclovio Martínez-Hernández<sup>1</sup>; José M. Romero-Orta<sup>2&</sup>; Juan De Dios Viniegra-Vargas<sup>2</sup>; Leodegario Redondo-Martínez<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura, Tecnológico Nacional de México Plantel Huejutla, <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México Plantel Huejutla. &Autor de Correspondencia: [jmanroor@gmail.com](mailto:jmanroor@gmail.com).

### **RESUMEN**

La ganadería es una agroindustria muy antigua que a través del tiempo ha avanzado lentamente ofreciendo resistencia a la innovación tecnológica existente. En México y particularmente en la región Huasteca, el forraje es la principal fuente de alimentación de los rumiantes, razón por la que es necesario realizar revisiones periódicas de su estado fisiológico, pues existen plagas y factores climáticos que deterioran la calidad de los pastizales, causando que el ganado no engorde debido a que se alimentan de pasto que ya no les aporta ningún valor nutritivo. Sin embargo, las tecnologías que existen actualmente para el monitoreo de campos son costosas (sensores multiespectrales y software de procesamiento de imágenes), razón por la que solo los grandes productores tienen acceso a ellas, en este proyecto se desarrolló un software para el procesamiento de imágenes en Lenguaje C con librerías de OpenCV, que nos permiten analizar, dilatar y binarizar las imágenes capturadas por el Dron con una cámara de alta resolución, reduciendo los costos de operación y agilizando la evaluación que en la actualidad se realiza de manera convencional. El software detecta y muestra las áreas con pastos en buenas y en malas condiciones, y arroja como resultado un porcentaje específico de cuanto forraje se encuentra saludable. Se realizaron pruebas en dos praderas (20 ha y 18 ha.) en un tiempo de 25 minutos de vuelo en cada una, dando una precisión del 90 % y ahorrando entre 5 a 4 hrs. de trabajo en la supervisión del terreno.

**Palabras Clave:** Ganadería, Agroindustria, Forraje, Estado Fisiológico, Drones, Procesamiento de Imágenes.

## **EFFECTO DE FERTILIZACIÓN EN EL RENDIMIENDO Y CALIDAD DE GENOTIPOS DE MAÍZ**

Rafael Sierra-Murillo<sup>1</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>1</sup>; Marco A. García-Perea<sup>2</sup>; Francisco Chablé-Moreno<sup>1</sup>; M<sup>a</sup>. Florida Gutiérrez<sup>1</sup>; Lorenzo Licea-Rojas<sup>1</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Roque, Carretera, Juventino Rosas – Celaya Km 8, 38110 Celaya, Gto. \*Autor de correspondencia: [garcia\\_2956@hotmail.com](mailto:garcia_2956@hotmail.com)

### **RESUMEN**

El maíz es el cultivo más representativo de México por su importancia económica, social y cultural, se menciona que del 100 % que se produce en México el 86.94 % es maíz blanco, donde se destina para el consumo humano. El uso de fertilizantes es indispensable para obtener mejores rendimientos en la producción, buscando la cantidad óptima de fertilizante aplicado, para evitar dañar el suelo con excesos de fertilización y disminuir el costo de la producción, para realizar un uso eficiente de este recurso. El presente trabajo tuvo como finalidad, evaluar el efecto de diferentes dosis de fertilizante en el cultivo de maíz durante el ciclo agrícola P/V 2018 para determinar su efecto en el rendimiento. Se utilizaron cuatro tratamientos de fertilizante; el primero 157 k ha<sup>-1</sup> (testigo), el segundo 348 k ha<sup>-1</sup>, el tercer 440 k ha<sup>-1</sup> y en el cuarto tratamiento se aplicaron 550 k ha<sup>-1</sup>. Se usó un diseño completamente al azar. Los resultados se analizaron con el paquete estadístico SAS ver 9.4. y la comparación de medias Tukey. Los rendimientos se vieron favorecidos en función al incremento de la dosis de fertilizantes y al genotipo en estudio; el mejor rendimiento del maíz criollo se obtuvo con la dosis más alta con 5.2 t ha<sup>-1</sup> y la que menos rindió fue el testigo. Cuando se aplicó la dosis más alta con el híbrido se alcanzaron rendimiento superior a las diez t ha<sup>-1</sup> y 2.5 toneladas por hectárea sin la aplicación de ningún tipo de fertilizante. En conclusión, el uso de genotipos mejorados y la aplicación de fertilizantes sí favorecen significativamente los rendimientos de los genotipos en estudio.

**Palabras clave:** variedad criolla, híbrido, fertilizante.

## **INCIDENCIA DE *Fusarium verticillioides* EN VARIEDADES EXPERIMENTALES DE MAÍZ EN DIFERENTES AMBIENTES**

Luis Emmanuel León-Guevara<sup>1</sup>; Diego Ari Rodríguez-Vargas<sup>1</sup>; Gustavo Adolfo Mejía-Rentería<sup>1</sup>;  
Francisco Cervantes-Ortiz<sup>1</sup>; Mariano Mendoza-Elos<sup>1</sup>; Leticia Rodríguez-Zarate<sup>1</sup>; Irma Morales-  
Rodríguez<sup>1</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Instituto tecnológico de Roque, Carretera, Juventino Rosas – Celaya Km 8, 38110 Celaya, Gto. \*Autor de  
correspondencia: [garcia\\_2956@hotmail.com](mailto:garcia_2956@hotmail.com)

### **RESUMEN**

El objetivo del ensayo fue identificar la incidencia de *Fusarium verticillioides* en variedades de maíz en diferentes ambientes, Diversas especies de fusarium pueden dañar las mazorcas antes de la cosecha o sus granos cuando se almacenan en condiciones inadecuadas. La incidencia de *F. verticillioides* es alta (mayor al 20 % y hasta el 100 %). *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg es el agente patógeno causante de la podredumbre de la mazorca de maíz, que se inicia con la formación de micelios blancos, que van descendiendo desde la punta de la mazorca y dan una coloración rojiza a rosada a las semillas infectadas. El estudio se realizó en el área agrícola del TecNM-campus Roque. Durante el ciclo agrícola PV-2019. Se utilizaron tres variedades criollas de programa de mejoramiento genético de TecNM; la primera siembra se realizó el 15 abril, la segunda 15 mayo y la tercera 15 de junio; la inoculación del micelio se realizó a inicio de la fertilización por fecha de siembra; Se determinó la presencia de los patógenos en las semillas mediante su siembra en medio de cultivo. Para esto, se tomaron 100 semillas elegidas al azar por cada muestra, las que fueron desinfectadas superficialmente con alcohol etílico e hipoclorito de sodio, secadas sobre papel absorbente y sembradas en cajas de Petri, con medio agar papa glucosado (APG) al 2%; para la identificación de presencia de fusarium. Los resultados fueron analizados con el paquete estadístico SAS ver. 9.4. los resultados mostraron mayor incidencia en la tercera variedad y en la tercera fecha de siembra; mientras la primera variedad y susceptible en siguientes fechas. Puede ser debido al origen de la variedad o bien por el temporal.

**Palabras claves:** fusarium, variedades criollas

## RECUPERACION DE VARIETADES SOBRESALIENTES DE AJO PARA BAJIO

F. A. García Rodríguez<sup>1</sup>; P.P. Mancera Juárez<sup>1</sup>; W. Mondragón Moreno<sup>2</sup>; G. Rodríguez Pérez<sup>3</sup>;  
E. Andrio Enriquez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Agronomía, TecNM-Roque. <sup>2</sup>Docente TecNM-Roque. <sup>3</sup> Docente TecNM Valle del Yaqui. \*Autor de correspondencia: [andrio@itroque.edu.mx](mailto:andrio@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

El ajo es un cultivo de importancia en el país ya que se cultiva en 21 estados con 7006 ha sembradas, el rendimiento promedio es 10.19 t ha<sup>-1</sup>. En los últimos años en Zacatecas, Guanajuato, Sonora, Puebla se ha concentrado los mayores porcentajes de la superficie sembrada (69 %), Su importancia económica está sustentada en la demanda de mercado que es principalmente de mayor a menor por los tipos jaspeados, morados y blancos. Las variedades se han generado por selección de individuos sobresalientes, sin embargo con el manejo agronómico, la interacción del genotipo ambiente, las características por las cuales se seleccionaron, han ido cambiando. La presente investigación tiene como finalidad obtener, por medio de selección masal e individual, materiales con características de planta (vigor, sanidad, calidad) acordes a las preferencias del mercado. Se realizaron cuatro ciclos de selección de individuos sobresalientes en la variedad Tacatzcuaro proveniente de un productor de Celaya-Cortázar, Gto, a partir del año 2015, y se ha observado una evolución favorable en los parámetros definidos como criterio de selección; los resultados del 1er. ciclo (2015) fueron 9.48 mm para pseudotallo, 52.3 mm diámetro de bulbo, 14.3 bulbillos(dientes), estas medidas se obtuvieron al tiempo de medir por primera vez el material parental, en el 2016, el comportamiento observado fue el siguiente 12.44 mm, 58.48 mm, 11.6 para las variables en cuestión; en esta segunda siembra se observó que aumento el tamaño de bulbo y de pseudotallo de igual manera que disminuyo el número de dientes o bulbillos , el año 2017 mostro pseudotallo 15.5 mm, diámetro de bulbo 59 mm, 7 bulbillos, respectivamente en el año 2018 muestra pseudotallo 18.44 mm, diámetro de bulbo 65 mm, bulbillos 7. Con este proceso práctico se espera mejorar la calidad y el rendimiento del cultivo de ajo a través de generación de selecciones con buen potencial productivo y de calidad.

**Palabras clave:** Selección masal, Clones, Mejoramiento genético, calidad.

## COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE HÍBRIDOS COMERCIALES DE MAÍZ EN PENJAMO, GUANAJUATO

J. Vargas-Martín<sup>1</sup>; S. Leines-Salazar<sup>1</sup>; P. P. Mancera-Juárez<sup>1</sup>; W. Mondragón-Moreno<sup>2\*</sup> y E.  
Andrío Enriquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Agronomía, TecNM-Roque. <sup>2</sup>Docente TecNM-Roque. \*Autor de correspondencia:

[wmondragon@itroque.edu.mx](mailto:wmondragon@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

El maíz es uno de los cereales más importantes del mundo, es un cultivo representativo de México por su importancia económica y social, ocupa el 8° lugar en la producción mundial de maíz. La producción nacional de maíz en 2018 fue de 27.8 millones de toneladas, mientras que la superficie sembrada en el mismo año fue de 7.5 millones de hectáreas, gran parte del territorio es propicio para la producción de este cereal, por lo que en los 32 Estados de la República Mexicana se produce maíz grano. Los principales Estados productores son Sinaloa (22%), Jalisco (14%), México (8%), Michoacán (7%), Guanajuato (6%), Guerrero (5%), Veracruz (5%), Chiapas (5%) y el resto de los Estados representan el (28%). La formación de híbridos de maíz, involucra la obtención de las líneas por autopolinización controlada; el trabajo del fitomejorador consiste en determinar cuáles de estas pueden combinarse en cruces productivas para su utilización comercial en la producción de híbridos sobresalientes. En el siguiente trabajo se evaluaron tres híbridos comerciales, midiendo las variables morfo métricas: altura de planta (AP), altura de mazorca (AM), número de hojas arriba de la mazorca (NHAM) y la prolificidad (PR) y acame (AC); se sembraron los híbridos el 28 de Mayo de 2019, se les dio un manejo agronómico adecuado al paquete tecnológico recomendado para la región de Pénjamo, Gto, al periodo de 135 días después de la siembra, se midieron los parámetros señalados y se obtuvieron las medias de cada híbrido; Antílope® AP 2.91m, AM 1.61m, NHAM 6.86, PR 0.99; Pioneer 3042® AP 2.87, AM 1.68, NHAM 6.86, PR 0.97, Dekalb 2034® AP 3.03, AM 1.78, NHAM 7, PR 0.98, el AC fue de 0% en todos los materiales, la densidad de población promedio fue de 83 500 Plantas ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** Híbrido, Maíz, Densidad de siembra, Población

## MÉTODOS DE INOCULACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE HUITLACOCHÉ EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ROQUE

Allan Francisco Yasbeth Soria-Camacho<sup>1\*</sup>; José Ruiz-Herrera<sup>2</sup>; Claudia G. León-Ramírez<sup>2</sup>; José A. Sánchez-Arreguín<sup>2</sup>; J. Alfredo Morales-Sauz<sup>1</sup>; Cesar Fernando Gonzales García<sup>1</sup>; Francisco Chable-Moreno<sup>3</sup>; Elisa Franco-Vadillo<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>3</sup>Investigador Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup>Investigador, Cinvestav Unidad Irapuato. \*Autor de correspondencia: [afy921@gmail.com](mailto:afy921@gmail.com)

### RESUMEN

El *Ustilago maydis* es un hongo que afecta en particular al maíz produciendo el huitlacoche, tiene un gran valor comercial debido a que en el centro de México es demandado para su consumo. En junio 2019 se realizó la presente investigación en el Instituto Tecnológico de México-Roque. Se comparó la calidad de huitlacoche obtenido en materiales criollos, los cuales son susceptibles y un material comercial SB-308 “CAMPEON” el cual es resistente al hongo. Con la finalidad de conocer el índice de severidad y el porcentaje de infección de las plantas, se inoculó en dos zonas: estilos y jilote. El material fúngico utilizado fue proporcionado por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Irapuato por medio del laboratorio de Desarrollo y Diferenciación de hongos donde se tienen las condiciones adecuadas para la obtención de los inóculos. Resulto importante inyectar en la etapa donde el jilote mide 10-12 cm. En los estilos cuando empiezan a salir y tienen una longitud de 5 cm, teniendo en cuenta las condiciones edafoclimáticas de una temperatura que oscile entre los 25° a 30°C y una humedad relativa de 75 a 80 %. Estas aplicaciones se realizaron en el material criollo y en el material comercial, y se analizó el método de aplicación que genera la mayor efectividad de infección en el maíz. Se utilizó una aguja hipodérmica para la aplicación del inóculo, cada una de las plantas fue inyectada con 1 ml de solución del inóculo al jilote y a los estilos que existieran en la planta.

**Palabras clave:** Inoculo, Hongo, Jilote, Estilos.

## **EFFECTIVIDAD DE UN BIOFERTILIZANTE A BASE DE *Azospirillum spp.* EN EL BRÓCOLI (*Brassica oleraceae var. Itálica*) EN EL MUNICIPIO DE CELAYA GTO.**

Diego Ari Rodríguez-Vargas<sup>1</sup>; Gerardo Nicolás González-Flores<sup>1</sup>; María Guadalupe Domínguez-Matilde<sup>1</sup>; Juan Carlos Muños-Mondragón<sup>1</sup>; Guadalupe Edith González-León<sup>1</sup>; Rodrigo Ramírez-García<sup>1</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque.

\*Autor de correspondencia: [garcia\\_2956@hotmail.com](mailto:garcia_2956@hotmail.com)

### RESUMEN

El ensayo tuvo como objetivo evaluar la efectividad de biofertilizantes en el cultivo de brócoli. La agricultura convencional tiende a buscar la sustentabilidad de los cultivos a través de alternativas de origen natural que sean más económicas, que mejoren la rentabilidad de los cultivos, que eviten el deterioro del ambiente, contribuya a la restauración de suelos erosionados y sobre-explotados por el uso irracional de fertilizantes químicos y pesticidas. El estudio se realizó en el área agrícola del TecNM-campus Roque, durante el ciclo agrícola PV-2018, se determinó la efectividad del biofertilizante a diferentes concentraciones y en 4 repeticiones de los siguientes tratamientos: T1 = testigo, T2 = biofertilizante 250 g ha<sup>-1</sup>, T3 = Biofertilizante 500 g ha<sup>-1</sup>, T4 = Biofertilizante (control positivo) 2 L ha<sup>-1</sup>. Se evaluó la efectividad de la semilla durante el proceso de germinación en condiciones de invernadero, se utilizó peat moss, en charolas de 200 cavidades (semilla por cavidad), se hicieron cuatro aplicaciones separadas una de otra por quince días. Posteriores a la siembra hasta el trasplante. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, peso y diámetro del fruto y rendimiento. Los resultados fueron analizados con el paquete estadístico SAS ver, 9.4 y la separación de medias con Tukey, altura de planta fue más representativa 500 g ha<sup>-1</sup> mientras que la menor se obtuvo con el testigo, en cuanto peso de fruto y rendimiento fue de 8 a 11 t ha<sup>-1</sup> no fueron significativos con altas concentraciones de biofertilizantes.

**Palabras clave;** brócoli, biofertilizante

## **EVALUACIÓN EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE HUITLACOCHÉ (*Ustilago maydis*) EN EL TECNOLÓGICO DE ROQUE**

C. Fernando González-García<sup>1\*</sup>; José Ruiz-Herrera<sup>2</sup>; Claudia. G. León-Ramírez<sup>2</sup>; José A. Sánchez-Arreguín<sup>2</sup>; Allan. F.Y. Soria-Camacho<sup>1</sup>; J. Alfredo Morales-Sauz<sup>1</sup>; Francisco Chable-Moreno<sup>3</sup>; Elisa Franco-Vadillo<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>3</sup>Investigador Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Investigador, Cinvestav Unidad Irapuato. \*Autor de correspondencia: [cgonzalezgarc@gmail.com](mailto:cgonzalezgarc@gmail.com)

### **RESUMEN**

La mayor producción de hongos comestibles se enfoca a la obtención de champiñón (*Agaricus bisporus*) desde finales de 1930. En el caso de *Ustilago maydis*, el hongo causante del carbón común de maíz, cuando ataca la mazorca forma en sus granos agallas comestibles y se les conoce como huitlacoche, desde hace muchos años ha sido estudiado como patógeno del maíz, y recientemente se han dado a la tarea de realizar estudios para su producción comercial. La producción de huitlacoche en los últimos años es de gran importancia agro-económica, debido a que se ha dado un giro culinario de impacto en el país, por lo tanto, es importante obtener material de alta calidad para las exigencias gastronómicas. Como consecuencia en esta investigación se evaluó el grado de infección del hongo *Ustilago maydis* en maíz. Se aplicó a materiales criollos P2(2)End, P2(3), P2(3)#, P2(8)End, P2(8)SO, 9A#, 9B#, 10A End, 10B End, 11#, 12#, 13 End, 19 End, 15#, 16#, 19#, 20#, 21 End, 24#, 25#, 26#, 27 End, 29 End, 30 End, y al material comercial Berentsen SB-308 “Campeón”, teniendo como objetivo principal una producción de huitlacoche de alta calidad. El inóculo de *Ustilago maydis* b03 y b02 fue proporcionado por el CINVESTAV Unidad Irapuato. Los resultados revelaron un 95% de incidencia en materiales criollos y un 30% en material Berentsen SB-308 “Campeón”, la técnica para inocular en material fúngico fue inyectar el hongo en jilote y en estilos.

**Palabras clave:** *Ustilago maydis*, jilote, estilos, huitlacoche

## VIABILIDAD DE LA SEMILLA DE OPUNTIA RECUBIERTA CON QUITOSANO

Adriana Ángeles-Santos<sup>1</sup>; Nancy A. Godínez-Garrido<sup>1</sup>; Felipe J. Piña-Tapia<sup>2</sup>; Juan G. Ramírez-Pimentel<sup>1</sup>; Juan C. Raya-Pérez<sup>1</sup>; César L. Aguirre-Mancilla<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque, km 8 carretera Celaya-Juventino Rosas. C.P. 38110 Celaya, Guanajuato, México. <sup>2</sup> Universidad de Guanajuato, Campus Celaya-Salvatierra, Ing. Javier Barros Sierra 201, C.P. 38140, Celaya, Guanajuato, México. \*Autor de correspondencia: [ceaguirre@itroque.edu.mx](mailto:ceaguirre@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

La tuna (*Opuntia ficus-indica*) es una cactácea muy fácil de cuidar y de mantener, capaz de vivir con poca agua al mes. La propagación de la tuna se puede hacer por semilla pero su desarrollo es muy lento, las primeras semillas germinan en un periodo de dos a tres semanas. El estudio tuvo como objetivo recubrir con quitosano semillas de tuna Bonda (*O. guerrana* Griffiths) a concentraciones de 0.5, 0.85 y 1% y seleccionar el mejor tratamiento para la germinación de semillas después de haber sido almacenadas durante tres años. Los resultados mostraron que las concentraciones de quitosano utilizadas para el recubrimiento de las semillas presentan diferencias estadísticas significativas en comparación con el testigo, siendo la concentración de 0.5% de quitosano quien obtuvo el mayor porcentaje de germinación del 80%, mientras que la concentración de 0.85 y 1 % tuvieron el 60 y 40% de germinación respectivamente. Se concluye que el recubrimiento con quitosano tiene efecto positivo en la calidad fisiológica de la semilla demostrando que es un estimulante para el incremento de germinación de semillas de *Opuntia*.

**Palabras clave:** Recubrimiento, quitosano, *Opuntia*

## **INFLUENCIA DEL SOYO (*Ipomoea purga*) EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN CERDAS EN LA HUASTECA HIDALGUENSE**

Alejandro Reyes-Hernández<sup>\*</sup>; M. Alberto Franco-Sepúlveda<sup>\*</sup>; Roberto Jiménez-San Juan<sup>1§</sup>;  
Jacobó Antonio-Cruz<sup>1</sup>; David Hernández-Rodríguez<sup>1</sup>; Rosslyn Leines-Noguera<sup>1</sup>

<sup>\*</sup>Estudiante Licenciatura, Tecnológico Nacional de México-Huejutla, <sup>1</sup>Investigador Tecnológico Nacional de México-Huejutla, <sup>§</sup>Autor de correspondencia: [rojisaju@hotmail.com](mailto:rojisaju@hotmail.com)

### **RESUMEN**

El Soyo es una planta nativa de nuestro país, la cual se encuentra distribuida principalmente en los estados de Hidalgo, Puebla y Veracruz, esta planta es utilizada en las pequeñas comunidades de nuestra Huasteca Hidalguense, para aumentar la producción de leche en mujeres lactantes, cuando estas no tienen la cantidad suficiente para alimentar a sus bebés, este conocimiento empírico con el que cuentan los lugareños, pretendemos tomarlo y darle un giro y transformarlo en conocimiento científico, pero, aplicado al sector agropecuario, enfocado a la porcicultura. Por tal motivo la presente investigación tiene como objetivo dar a conocer cómo influye el Soyo (*Ipomoea purga*) en la producción de leche en cerdas en la etapa de postparto, para evaluar el efecto de la planta en las cerdas, se procedió a elaborar unas capsulas que serán mezcladas con el alimento suministrado a las cerdas. El proceso que se dio a la planta para crear las capsulas es el siguiente: recolección de la planta, deshidratación de la planta, molido y tamizado, encapsulado y envasado. Todo este proceso se llevó a cabo en el laboratorio de usos múltiples y el área porcina del Instituto Tecnológico de Huejutla.

**Palabras clave:** Soyo, planta nativa, producción de leche, postparto y capsulas.

## **DENSIDADES DE SIEMBRA Y CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE AVENA (*Avena sativa* L.)**

Karina M. Palacios-Otero<sup>1</sup>; Carlos Cuellar-Zambrano<sup>3</sup>; Antonio Vásquez-Ortega<sup>2</sup>; Carlos Omar Padilla-Ramírez<sup>2</sup>; José Honorato Arreguín-Centeno<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de ingeniería de agronomía, <sup>2</sup>Estudiante de posgrado, Instituto Tecnológico de Roque, <sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícola y Pecuarias (INIFAP). \*Autor de correspondencia:

[honorato.arreguin@gmail.com](mailto:honorato.arreguin@gmail.com)

### RESUMEN

La Avena (*Avena sativa* L) representa una alternativa viable para ser cultivada en las áreas agrícolas en las que prevalece corta estación de crecimiento, asociada a factores como periodos y distribución de precipitación; de igual manera es empleada como complemento en las dietas ganaderas considerado únicamente como forraje o alimento concentrado. El objetivo del presente trabajo fue evaluar la variedad de avena Obsidiana bajo diferentes densidades de población. El trabajo se estableció en el campo experimental agrícola del Tecnológico Nacional de México-Roque durante el ciclo agrícola Otoño-Invierno (OI) 2018-2019. El experimento se estableció bajo un diseño experimental de bloques completamente al azar para el cual se consideraron un total de 9 tratamientos incluyendo como testigo la densidad de siembra recomendada para la siembra de la avena para doble propósito. Los indicadores considerados para esta evaluación fueron el rendimiento final de grano y la germinación de la semilla. Los resultados de la evaluación muestran que existe diferencia de la densidad de siembra con respecto al rendimiento final de grano. Para la evaluación de germinación en semilla, se realizaron pruebas de germinación bajo la metodología descrita por ITSA (2015); en donde los resultados muestran que existe diferencia en el porcentaje de germinación en relación con la densidad de siembra.

**Palabras clave:** Avena, Germinación.

## **EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y FISIOLÓGICA EN PLANTAS DE FRESA (*Fragaria* sp) EN DIFERENTES SUSTRATOS Y DENSIDADES DE POBLACIÓN**

Walfred Salmeron Morelos

Estudiante Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Ambientales de la UAGro. Autor de correspondencia:

[walfred.ws@gmail.com](mailto:walfred.ws@gmail.com)

### **RESUMEN**

El deterioro de suelos en México es cada vez mayor, lo que impacta negativamente en la productividad y calidad de los cultivos. Las principales zonas productoras de fresa en el país no están exentas de este problema. La producción hidropónica de fresa en sustratos es una alternativa viable para superar dichos retos. El objetivo de la investigación consistió en evaluar el comportamiento fisiológico y agronómico de fresa con tres sustratos y dos densidades de población. El experimento se desarrolló en un invernadero de cristal. Se establecieron plantas de fresa variedad Festival en un sistema hidropónico tipo. Se utilizó la solución nutritiva de Steiner con una CE de 1.5 dS/m. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: T1) Peat moss con 4 pl/m, T2) Peat moss con 8 pl/m, T3) Tezontle con 4 pl/m, T4) Tezontle con 8 pl/m, T5) Perlita con 4 pl/m y T6) Perlita con 8 pl/m. Se evaluaron los siguientes parámetros: diámetro de corona (DC) con un vernier, altura de planta (AP) con un flexómetro, número de hojas por planta (NHP), clorofila (CL) con un medidor de clorofila portátil marca Minolta SPAD-502, análisis químico del extracto celular de peciolo (ECP) con iónómetros selectivos portátiles marca Horiba, grados brix (GB) en corona con un refractómetro, peso de biomasa fresca (PBF) y seca (PBS) con una balanza analítica. Los resultados se analizaron con el programa estadístico XLSTAT. Mostraron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ) entre tratamientos para las variables AP, DC, NH y CL. El mayor valor de AP se encontró en T5 (25.5 cm) y el menor en T2 (18.4 cm). De igual manera, T1 y T6 reportaron el mayor diámetro de corona (2.7 cm) en comparación con el resto de los tratamientos. El NHP osciló en promedio entre 11 para T3 y T4 hasta 17 para T5. Las plantas de fresa con mayor verdor de hojas fueron para el tratamiento Perlita con 4 pl/m.

**Palabras Clave:** Productividad, tecnologías, producción hidropónica, sustratos.

## COMPROTAMIENTO AGRONÓMICO DE HÍBRIDOS SIMPLES Y TRIPLES DE MAÍZ PROVENIENTES DE CIMMYT

Brando Álvarez-Mandujano<sup>1</sup>; Louis Frantz Moussignac<sup>1</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2§</sup>; Leticia Rodríguez-Zárate<sup>1</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante del Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>§</sup>Autor de correspondencia: [fcervantes@itroque.edu.mx](mailto:fcervantes@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

El maíz representa uno de los cultivos mayormente producido a nivel mundial, y forma parte de la dieta diaria de millones de personas con un consumo per cápita al año de 196.4 k de maíz blanco, especialmente en tortillas, representando el 20.9% del gasto total en alimentos y bebidas, siendo de gran importancia sobre todo para nuestro país. El objetivo de la presente investigación fue evaluar caracteres agronómicos en cruza simple y triple de maíz provenientes de cimmyt; para cumplir lo anterior, se establecieron 14 híbridos (6 simples y 8 triples) provenientes de cimmyt en el ciclo primavera-verano de 2019 bajo un diseño de bloques completos al azar. La unidad experimental se constituyó de un surco de 5 m de longitud, depositando 35 semillas. Se registró la altura de planta y mazorca, hojas totales y aspecto general de planta al momento de la cosecha. Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas entre genotipos para todos los caracteres registrados. La prueba de comparación de medias mostró una variación en altura de 2.48 a 2.91; destacando los híbridos 1 y 2 con las plantas más altas. En número de hojas, sobresalen los híbridos del 1 al 9 con 15 y 16 hojas en promedio, mientras que el resto de los materiales sólo generaron de 13 a 14. En aspecto general de planta, los primeros 8 híbridos superaron 86 %; del genotipo 9 al 13 de 60 a 73 % y el híbrido 14 sólo alcanzó 53 %.

**Palabras clave:** *Zea mays*, cruza simple, cruza triple y caracteres agronómicos.

## **SISTEMA AUTOMATIZADO PARA EL CONTROL DE TEMPERATURA Y ESTADÍSTICAS DE CONSUMO DE AGUA EN CERDOS**

J. Said Cerecedo-Hernández\* ; J. Arturo Felix-Hernández\* ; Isaid Hernández-Hernández\* ;  
Roberto Jiménez-San Juan<sup>1§</sup> ; Salomon Blas Hernández<sup>1</sup>

\*Estudiante Licenciatura, Tecnológico Nacional de México-Huejutla, <sup>1</sup>Investigador Tecnológico Nacional de México-Huejutla, <sup>§</sup>Autor de correspondencia: [rojisaju@hotmail.com](mailto:rojisaju@hotmail.com)

### **RESUMEN**

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el área porcina del Instituto Tecnológico de Huejutla, con la finalidad automatizar los bebederos del área de investigación porcina y regular la temperatura del agua que consume el cerdo, puesto que la región en que se encuentra ubicada la Huasteca Hidalguense las temperaturas extremosas hacen que el cerdo no consuma agua caliente que circula por las tuberías, además de poder conocer las estadísticas de consumo de agua de cada cerdo, esto conlleva a implementar un sistema de enfriamiento en el depósito elevado de agua, y mediante los ductos dar salida a los bebederos para poder mantener el agua a una temperatura adecuada (24 °C) y el cerdo pueda consumirla, y con esto optimizar los recursos tanto económicos como hídricos a su vez reduciendo los tiempos de engorda y aumentando los ciclos de ceba anuales, puesto que esta especie al consumir agua a temperatura adecuada realizara el proceso digestivo positivo, dando una buena conversión alimenticia; El sistema automatizado se compone de microcontroladores que junto con sensores de temperatura y un caudalímetro hacen posible su funcionamiento, de la misma manera se plantea la implementación de una aplicación móvil que se vincula con los microcontroladores que permite enviar la información a una base de datos remota que está alojada en un servidor web, con esto el productor pueda monitorear y conocer en tiempo real de forma específica la temperatura del agua y las estadísticas de consumo en dichos ejemplares desde lugares ajenos a su granja.

**Palabras clave:** Bebederos, Consumo de agua, Cerdos, Granja.

## **CONTROL QUÍMICO Y CULTURAL DE LA COCHINILLA ROSADA DEL HIBISCO (*Maconellicoccus hirsutus*) EN LA HUASTECA HIDALGUENSE**

J. César Hernández del Ángel<sup>\*</sup>; Eliceo Hernández-Hernández<sup>1§</sup>; Martín Hernández-Mogica<sup>1</sup>; Ma. Teresa González-Lemus<sup>1</sup>; David Hernández-Rodríguez<sup>1</sup>; Rosslyn Leines-Noguera<sup>1</sup>.

<sup>\*</sup>Estudiante de licenciatura, Tecnológico Nacional de México-Huejutla, <sup>1</sup>Investigador, Tecnológico Nacional de México-Huejutla. §Autor de correspondencia: [eliceo.hernandez@colpos.mx](mailto:eliceo.hernandez@colpos.mx)

### **RESUMEN**

El presente estudio se realizó en los municipios del estado de Hidalgo principalmente en los de la Huasteca Hidalguense, ubicados al norte del territorio Estatal de Hidalgo donde la temperatura tiene un Rango de 25 °C y 35 °C cuyo propósito fue analizar la efectividad del control químico y cultural en la plaga Cochinilla rosada del hibisco (CRH) (*Maconellicoccus hirsutus*). Para ello se realizaron exploraciones y muestreos en los municipios de Atlapexco, Huazalingo, Jaltocan, San Felipe Orizatlán y Huejutla de Reyes, los cuales fueron divididos en tres tratamientos control químico; aplicación de imidacloprid mediante aspersoras de motor o manuales, control cultural; poda y quema y químico-cultural; utilización de ambos controles. De esta manera se estimó el porcentaje de efectividad que tiene cada control y se determinó la efectividad en porcentaje. Los resultados indicaron que el control químico tiene una efectividad del 83.48 % el cultural 81 % y el químico-cultural 95 % de efectividad por lo tanto se concluye que la utilización de la asociación de ambos controles es más eficiente para el control de la plaga, sin embargo, se recomienda realizar un segundo control en caso de ser necesario esto para reducir los posibles riesgos de diseminación en zonas agrícolas de importancia económica.

**Palabras clave:** efectividad, plaga, exploraciones, muestreos, control químico, control cultural, poda.

## **ELABORACIÓN DE GALLETA CON ALTO CONTENIDO DE FIBRA A BASE DE AVENA, COCO Y LINAZA COMO ALTERNATIVA DE UN ALIMENTO FUNCIONAL**

Anahí Piña-Bernal<sup>1</sup>; Perla Jiménez-Girón<sup>1</sup>; Mariana Montoya-Manríquez<sup>1</sup>; Martín de Jesús Tinajero-Mendoza<sup>1</sup>; José Pablo Ramírez-Trejo<sup>1</sup>; Estefana Alvarado-Bárceñas<sup>2</sup>; Francisco Chablé Moreno

<sup>1</sup>Estudiante, <sup>2</sup>Docente del Tecnológico Nacional de México-Roque.km 11 de la carr. Apaseo el Alto-Jerécuaro, Guanajuato. email: [annapina\\_23@hotmail.com](mailto:annapina_23@hotmail.com)

### **RESUMEN**

Las galletas son el producto de una pasta dulce o salada hecha con masa de harina, manteca, huevos y otros ingredientes, se cuecen al horno hasta estar crujientes, tienen diferentes sabores, formas y tamaños, las más comunes son las dulces, redondas y de poco grosor. En este trabajo se elaboraron con harina de avena, linaza y coco, como una alternativa de alimento con alto contenido de fibra, se realizaron pruebas comparativas con productos de la empresa como Quaker y Bimbo las cuales distribuyen en el mercado una galleta elaborada con ingredientes similares; sin embargo, en su contenido nutrimental sobresale el contenido de hidratos de carbono. Se desarrollaron dos formulaciones de galleta, con la finalidad de conocer los aportes nutrimentales mediante un análisis fisicoquímico de pH, humedad, extracto etéreo, acidez titulable, índice de refracción y fibra cruda así como recuento de microorganismos (coliformes, mesófilos aerobios y hongos), todas las pruebas se realizaron por triplicado y los datos se analizaron con el auxilio del programa Excel, la valoración de la aceptación de las fórmulas fue mediante una evaluación sensorial de prueba hedónica. El objetivo fue desarrollar una formulación para la elaboración de galletas saludables con un alto contenido de fibra para el consumidor. De acuerdo a los análisis realizados a las galletas evaluadas, arrojó valores de pH 4.4, humedad 4.93%, extracto etéreo 3.3%, acidez titulable 0.18%, índice de refracción 0 y fibra cruda 9.53g/100g; en las pruebas microbiológicas mesófilos aerobios 20 col/g, coliformes negativo y hongos 6 col/ g, la prueba hedónica donde se obtuvo resultado de buena aceptación. Los parámetros obtenidos resaltan el valor nutrimental de la galleta con alto contenido de fibra que aporta beneficios a la salud en todas las etapas de desarrollo, desde el crecimiento hasta el consumo por adultos mayores.

*Palabras clave: Galletas, Contenido de fibra, Avena, Coco, Linaza.*

### **ABSTRACT**

Cookies are the product of a sweet or savory pasta made with flour dough, butter, eggs and other ingredients, baked until they are crispy, they have different flavors, shapes and sizes, the most

common are sweet, round and little thickness In this work, it was made with oatmeal, flaxseed and coconut, as a food alternative with high fiber content, comparative tests were detected with products of the company such as Quaker and Bimbo which distribute in the market an elaborated cookie with similar ingredients; However, its nutritional content excels the carbohydrate content. Two cookie formulations were developed, in order to know the nutritional contributions through a physicochemical analysis of pH, humidity, ethereal extract, titratable acidity, refractive index and raw fiber as well as count of microorganisms (coliforms, aerobic mesophiles and fungi), All the tests were analyzed in triplicate and the data were analyzed with the help of the Excel program, the evaluation of the acceptance of the formulas was activated by a sensory evaluation of the hedonic test. The objective was to develop a formulation for the preparation of healthy cookies with a high fiber content for the consumer. According to the analyzes performed on the cookies evaluated, it showed pH 4.4, humidity 4.93%, ethereal extract 3.3%, titratable acidity 0.18%, refractive index 0 and crude fiber 9.53g / 100g; in aerobic mesophilic microbiological tests 20 col / g, negative coliforms and fungi 6 col / g, the hedonic test where the result of good acceptance is obtained. The recommended parameters highlight the nutritional value of the high fiber cookie that provides health benefits at all stages of development, from growth to consumption by older adults.

*Keywords: Cookies, Fiber content, Oatmeal, Coconut, Linseed.*

## **INTRODUCCIÓN**

Los alimentos funcionales pueden describirse como productos alimenticios que aportan efectos saludables específicos, además de los componentes nutricionales básicos. Las galletas son productos muy populares, elaborados de trigos duros y blandos. Las galletas contienen azúcar y grasas en su formulación, tienen variedad de sabores, larga vida útil y permiten la incorporación de un alto contenido de fibra (Román y Valencia, 2006). Su composición se caracteriza por un elevado contenido en hidratos de carbono (65%-80%), de los que la tercera parte son sencillos, procedentes de los azúcares añadidos.

Por tanto, los hidratos de carbono complejos, son más interesantes porque generan un mayor efecto saciante y porque su velocidad de absorción es más lenta, suponen casi la mitad del contenido de estas galletas. Un grupo muy amplio de polisacáridos designa el contenido de fibra de los considerados estructurales (producen fibras rígidas, insolubles en agua y resistentes a enzimas) que no son aprovechados metabólicamente por el ser humano, pero que cumplen una función importante en el bienestar del individuo (Del Vecchío, 1996).

El contenido de fibra es muy variable: lo más común es que se sitúe en torno al 5 %, pero Fibretten, Gerblé y Cuétara tienen más del 12%. A pesar de ello, no conviene ingerir fibra en cantidades excesivas. La fibra está constituida por los componentes estructurales de las paredes celulares de

los vegetales, entre los que destacan la celulosa, hemicelulosa y las pectinas. La composición de dichas fibras es muy variada en los distintos alimentos y depende de muchos factores, entre los que destacan la madurez del producto. La fibra es la que se consigna generalmente en las tablas de composición de alimentos que al momento de cuantificarla se pierde una fracción importante de polisacáridos que son incluidos en la fibra dietética, la fibra cruda normalmente es menor que la fibra dietética, sin embargo, ésta representa el contenido total de los polímeros.

El procedimiento de determinación de fibra cruda provoca la pérdida de 70 a 80% de la hemicelulosa, de 30 a 50% de la celulosa y hasta 90% de la lignina. Se considera que la subestimación de la fibra dietética cuando se determina la fibra cruda es hasta de seis veces (Badui, 2006). La falta de fibra se relaciona con diversos problemas de salud tales como constipación, colitis, hemorroides, cáncer en el colon y en el recto, diabetes mellitus y aterosclerosis. Su función principal es que tiene la capacidad de hincharse al absorber agua y, por lo tanto, de aumentar el volumen de la materia fecal; esto provoca un incremento en los movimientos peristálticos del intestino y facilita el tránsito, la distensión intestinal y, consecuentemente, la defecación; es decir, su acción primaria se lleva a cabo en el colón del ser humano (Chauvet y Gálvez, 2005). No todas las fibras presentan las mismas propiedades; algunas son hipoglucémicas (reducen el contenido de glucosa en la sangre) y otras son hiperglucémicas; lo mismo ocurre con su acción hipocolesterolémica. Aparentemente estos polisacáridos provocan y aceleran la secreción de ácidos biliares y de colesterol. Una dieta muy abundante en fibra puede llegar a provocar problemas estomacales, sobre todo de diarrea, al hidratarse ocasiona un desequilibrio en el contenido de agua intestinal.

Además, esta situación también tiene el inconveniente de que los polisacáridos se unen a los elementos importantes, como calcio, zinc, hierro, magnesio, fósforo y cobre, así como a la vitamina B<sub>12</sub> y algunos aminoácidos, lo que provoca que estos nutrientes no sean aprovechados porque se eliminan en las heces (Badui, 2006).

La fibra dietética presenta muchas cualidades funcionales, la habilidad de captar agua, y algunas reducen el contenido de glucosa en sangre. Gracias a la fibra hay menor incidencia de estreñimiento, contribuye a una sensación de saciedad, mejora la flora, reduce la probabilidad de obesidad lo cual es muy importante ya que, de acuerdo con la OMS, actualmente México ocupa el segundo lugar en obesidad adulta y el primer lugar en obesidad infantil por lo que ha calificado este padecimiento como la epidemia del siglo XXI. El objetivo de este trabajo fue crear una formulación para la elaboración de galletas saludables con un alto contenido de fibra para la implementación de una dieta influyente en el metabolismo del consumidor.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se desarrolló en el laboratorio multifuncional del Instituto Tecnológico de Roque Campus Apaseo el Alto, ubicado en el Km 11, Carretera Apaseo el Alto-Jerécuaro en el municipio de Apaseo el Alto, Guanajuato. El producto se elaboró tomando en cuenta los procesos de la elaboración de galletas, los ingredientes líquidos se mezclaron con el azúcar, hasta obtener una consistencia homogénea, se agregó la harina conjuntamente con el polvo para hornear y posteriormente el resto de los ingredientes. El material biológico para su elaboración fue harina de trigo y harina de avena, coco seco molido y linaza molida. En la elaboración de la galleta se realizaron 2 formulaciones diferentes, con diferentes porcentajes de los ingredientes principales, harina de trigo y avena, coco y linaza, así como el resto de los ingredientes (huevo, aceite, azúcar, royal y vainilla) (Cuadro 1).

La elegida fue la formulación 2 modificando algunos ingredientes en cuanto a cantidad para mejorar un poco su sabor y su textura y el resto de los ingredientes (huevo, aceite, azúcar, royal y vainilla).

Cuadro 1. Relación de ingredientes en las formulaciones.

Ingredientes (%)	Formulación 1	Formulación 2
Harina de trigo	13.42	8.50
Harina de avena	26.84	24.0
Coco seco	13.42	12.86
Linaza	13.42	10.29
Resto de los ingredientes	32.9	44.35

Durante su elaboración, se tomó en cuenta las condiciones asépticas con la finalidad de evitar contaminación en el producto final, además de que las características del coco no se perdieran con la temperatura en el deshidratado, debido que a temperaturas mayores a 50°C los nutrientes se pierden por completo. Los análisis realizados al producto final fueron fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

Los análisis fisicoquímicos fueron determinación de humedad (DetHum) (%), extracto etéreo (DetEE) (%) por el método de soxleth, acidez titulable (DetAT) (%) por titulación utilizando una solución alcalina de NaOH 0.1 N, análisis de potencial de hidrogeno (DetpH para el cual la galleta fue triturada y diluida en agua destilada en relación (1:10) con la ayuda de un potenciómetro de mano, Hanna® e índice de refracción (DetIF) (°Bx), donde se colocó una gota de la solución en el prisma del refractómetro Sper Scientific®; y fibra cruda (DetFC).

Todos los análisis basados en las técnicas del manual AOAC (2012), cada uno de los análisis se realizaron por triplicado, los datos obtenidos de los análisis realizados fueron analizados con el auxilio del paquete Excel (Microsoft de Windows) mediante estadística descriptiva de valores de tendencia central como lo es su promedio. En los análisis microbiológicos fueron cuantificados: mesófilos aerobios, coliformes totales y hongos con tres diluciones cada uno ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ ), los

resultados obtenidos serán reportados en colonias por gramo (Col/g). Se aplicó una evaluación sensorial mediante una prueba hedónica en la que se cuantificó el placer producido por un estímulo dado, esta prueba se utiliza para medir el interés por un producto nuevo o de un producto de la competencia. Como jueces fueron elegidos los consumidores y efectuadas en lugares lo más parecido a las condiciones de consumo (Catania, 2007), los resultados obtenidos fueron analizados mediante estadística descriptiva.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, la formulación dos fue la que obtuvo mejor aceptación con un total de 10 me encanta y 14 me gusta teniendo más comentarios positivos que negativos (Figura 1), y con la finalidad de agilizar los análisis, tanto fisicoquímicos como microbiológicos fueron realizados en esta formulación. Los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos fueron valores medios, para determinación de humedad 4.93%, extracto etéreo 3.3%, acidez titulable 0.18%, potencial de hidrogeno 4.4, índice de refracción 0 grados Bx, contenido de fibra cruda 9.53/100 gr, mientras que para los análisis microbiológicos en la cuenta de mesófilos aerobios un recuento de 20 col/g, para coliformes totales el resultado fue negativo (no mostraron desarrollo de colonias) y para hongos fue un total de 6 col/g todos ellos en la dilución  $10^{-1}$ , las demás diluciones no mostraron desarrollo alguno. Comparando los resultados obtenidos con la norma oficial mexicana NOM-006-SSA1-1983 la galleta se encuentra dentro de las especificaciones permisibles para su consumo.

En trabajo reportado por Morones (2012), menciona aspectos nutricionales y beneficios a la salud agregado a una galleta común de avena y aceite de linaza para aprovechar los ácidos grasos poliinsaturados principalmente alfa linoleico y la harina de lenteja para aumentar su contenido de proteína y en trabajos reportados en la elaboración de galletas con avena y linaza (Ortega *et al.*, 2016) que elabora la galleta, hace uso del pseudofruto del cauñil tomando como principal objetivo, el aumento de proteína. De igual manera mostraron que las galletas formuladas con harina de cauñil y trigo resultaron ser una fuente valiosa de fibra ya que lo hicieron con la finalidad de crear un producto de potencial funcional.



Figura 1. Evaluación sensorial de la galleta en la formulación 2.

## CONCLUSIONES

En los análisis fisicoquímicos y microbiológicos los valores obtenidos son aceptados debido a que se encuentran dentro de la normatividad de la elaboración de galletas tipo comercial.

La formulación aceptada de acuerdo a las pruebas hedónicas fue la dos, su aspecto fue de mejor textura y un sabor agradable resaltando la preferencia por la consistencia que la galleta tiene.

Las marcas comerciales que fabrican una galleta similar contienen mayor cantidad de carbohidratos lo que hacen que la galleta tenga mayor poder calórico y menor aporte de fibra dietaria como son las marcas comerciales Quaker y Bimbo Multigrano.

## LITERATURA CITADA

AOAC. 2012. Official Methods of Analysis. 19th Edition.

Badui DS. 2006. Química de los alimentos. Edit. Pearson. Ed. Cuarta. Cd. de México. p.108.

Chauvet M y Gálvez A. 2005. Learning about biosafety in Mexico: between Competitiveness and Conservation. Int. Journal. of Biotechnol.7 (1,2,3): 62-71.

Catania A. 2007. El análisis sensorial. Recuperado el 14 de Octubre de 2019, de El análisis sensorial: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-29\\_el\\_analisis\\_sensorial.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-29_el_analisis_sensorial.pdf).

Del Vecchio AJ. 1996. Higt laurate canola. Inform 7:230-243

Morones-Rámirez MP. 2012. Efecto de la fortificación de galletas de avena con harina de lenteja y aceite de linaza y su impacto de la vida de anaquel. recuperado el 17 de marzo de 2019, de efecto de la fortificación de galletas de avena con harina de lenteja y aceite de linaza y su impacto de la vida de anaquel: <http://eprints.uanl.mx/3089/1/1080227471.pdf>

Ortega M, Barboza Y, Piñero MP, y Parra K. 2016. Formulación y evaluación de una galleta elaborada con avena, linaza y pseudofruto del caujil como alternativa de un alimento funcional. (M. (. linea), Ed.) Recuperado el 17 de Marzo de 2019, de Formulación y evaluación de una galleta elaborada con avena, linaza y pseudofruto del caujil como alternativa de un alimento funcional: <https://www.redalyc.org/pdf/904/90450808010.pdf>

Román MO, y Valencia FE. 2019. Evaluación de galletas con fibra de cereales como alimento funcional. Recuperado el 19 de Octubre de 2019, de evaluación de galletas con fibra de cereales como alimento funcional: <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n2/v13n2a05.pdf>

## EVALUACIÓN DE HERBICIDAS POSTEMERGENTES PARA EL CONTROL DE LA MALEZA EN EL CULTIVO DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN GUANAJUATO

<sup>1</sup>Tomas Medina-Cazares; <sup>1</sup>Salvador Montes-Hernández; <sup>1</sup>Miguel Hernández-Martínez; <sup>1</sup>Aquilino Ramírez-Ramírez

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, C.P. 38110 Celaya Gto. Correo de correspondencia: [medina.tomas@inifap.gob.mx](mailto:medina.tomas@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

En México existen áreas marginales que carecen de una alternativa productiva, ya que son terrenos de temporal o de agostadero, poco aptos para producción de cultivos alimenticios y que han sido relegados, como parte del área cultivable. Una alternativa para reactivar la economía de estas comunidades, y aprovechar los terrenos ociosos es la introducción del cultivo de higuierilla (*Ricinus communis* L.) de cuya semilla se extrae aceite de muy buena calidad, la principal problemática que enfrenta este cultivo es la falta de un paquete tecnológico que nos indique su manejo agronómico y como en todos los cultivos el problema de las malezas es de su importancia. Con el objetivo de evaluar la fitotoxicidad y efectividad biológica de distintos herbicidas sobre el cultivo de higuierilla se realizó un experimento en el Campo Experimental Bajío-INIFAP en Celaya, Gto. En ciclo P-V 2017. Se evaluaron 26 tratamientos herbicidas aplicados en post los tratamientos fueron dispuestos en franjas. Se realizó un conteo de malezas antes de la aplicación y una evaluación visual a los 25 días después de la aplicación. Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de fitotoxicidad y control de malezas de hoja ancha y hoja angosta. Los tratamientos con menor porcentaje de fitotoxicidad fueron: oxyfluorfen a dosis de 0.5 L ha<sup>-1</sup> con 20 %, imazetapyr a dosis de 1.0 l ha<sup>-1</sup> con 20 %, mesosulfuron + iodosulfuron a dosis de 1.5 L ha<sup>-1</sup> con 20 %, prosulfuron + fluzifop-butil a dosis de 50 g + 1.5 L ha<sup>-1</sup> con 20%, topramezone a dosis de 1.5 L ha<sup>-1</sup> con 20 %, bentazona + fluzifop-butil a dosis de 2.0 +1.5 L ha<sup>-1</sup> con 10 %, algunos otros tratamientos presentan daños del 20 % por lo que sería factible realizar otra evaluación con diferente fechas aplicación para conocer su comportamiento. En relación al control de hoja ancha, todos los tratamientos presentan control de este tipo de maleza mayor a 80 % y en maleza de hoja angosta los tratamientos con control superior a 80 % son todos los tratamientos que llevan mezclado fluzifop-butil.

**Palabras claves:** Higuierilla, Herbicidas, Postemergentes. Fitotoxicidad, Control de maleza.

### ABSTRACT

In Mexico there are marginal areas that lack a productive alternative, since they are temporary or agostadero land, unfit for production of food crops and that have been relegated, as part of the arable area. An alternative to reactivate the economy of these communities, and take advantage of

the idle land is the introduction of the cultivation of castor oil plant (*Ricinus communis* L.) from whose seed oil of very good quality is extracted, the main problem facing this crop is the lack of a technological package that indicates its agronomic management and as in all crops the problem of weeds is of its importance. With the objective of evaluating the phytotoxicity and biological effectiveness of different herbicides on the cultivation of higuerilla, an experiment was carried out in the Bajío-INIFAP Experimental Field in Celaya, Gto. In P-V 2017 cycle. 26 herbicide treatments applied in post were evaluated, the treatments were arranged in strips. A weed count was performed before application and a visual evaluation was made 25 days after application. The variables evaluated were: Phytotoxicity percentage and control of broadleaf and narrowleaf weeds. The treatments with the lowest percentage of phytotoxicity were: oxyfluorfen at a dose of 0.5 L ha<sup>-1</sup> with 20%, imazetapyr at a dose of 1.0 l ha<sup>-1</sup> with 20%, mesosulfuron + iodosulfuron at a dose of 1.5 L ha<sup>-1</sup> with 20%, prosulfuron + fluazifop-butyl at a dose of 50 g + 1.5 L ha<sup>-1</sup> with 20%, topamezone at a dose of 1.5 L ha<sup>-1</sup> with 20%, bentazone + fluazifop-butyl at a dose of 2.0 +1.5 L ha<sup>-1</sup> with 10 %, some other treatments have damage of 20% so it would be feasible to perform another evaluation with different application dates to know their behavior. In relation to the control of wide leaf, all the treatments present control of this type of weed greater than 80% and in narrow leaf weeds the treatments with control superior to 80% are all the treatments that have mixed fluzifop-butyl.

**Keywords:** *Castor oil plant, Herbicides, Postemergents. Phytotoxicity, weed control.*

## **INTRODUCCION**

En México existen áreas marginales que carecen de una alternativa productiva, ya que son terrenos de temporal o de agostadero, poco aptos para producción de cultivos alimenticios y que han sido relegados en los últimos años, como parte del área cultivable. Una alternativa para reactivar la economía de estas comunidades, y aprovechar los terrenos ociosos es la introducción del cultivo de higuerilla (*Ricinus communis* L.) de cuya semilla se extrae aceite de muy buena calidad. Esta planta se caracteriza por su rusticidad, con bajo requerimiento de agua y proceso productivo de bajo costo; su establecimiento es al inicio de lluvias, manejado como cultivo perenne, llevando a cabo podas anuales para su restablecimiento. El aceite de la semilla de higuerilla registra más de 500 usos, destacando su empleo en las industrias de pinturas, perfumería, cosméticos, automotriz, plásticos, aeronáutica, producción de biocombustibles (biodiesel y bioturbosina), entre otras; la aplicación más popular es por su acción purgante y vermífuga. En México se están realizando esfuerzos por establecer este cultivo, uno de los problemas principales es la carencia de un paquete tecnológico disponible para las condiciones de cada zona agrícola. La presencia de malezas en el cultivo va en detrimento de la calidad del material comercializable. El cultivo debe mantenerse

libre de malezas mínimo los primeros 45 días después de la emergencia para reducir al máximo las pérdidas ocasionadas por las malezas.

De acuerdo a lo indicado anteriormente, y con el objetivo de controlar eficazmente las malezas presentes en el cultivo de higuierilla, se planteó realizar un estudio tendiente a evaluar herbicidas que logren contrarrestar la competencia provocada por las malezas durante el periodo crítico de interferencia, sin que estos productos dañen al cultivo y que finalmente se pueda lograr un material de calidad. En base a ello se planteó lo siguiente: Evaluar la tolerancia de la higuierilla frente a los distintos herbicidas y determinar la efectividad de los herbicidas sobre las especies de malezas predominantes en el cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el ciclo P-V 2017 se realizaron aplicaciones de 26 tratamientos herbicidas (Cuadro 1) en cultivo de higuierilla la siembra se realizó el 7 y 8 de Julio, la aplicación de los herbicidas se realizó, el 4 de Agosto del 2017. En el Cuadro 1, se muestran los tratamientos de herbicidas aplicados y las dosis. El tamaño de la parcela aplicada fue de 3.0 m de ancho por 30.0 m de largo. La aplicación de los tratamientos herbicidas fue en postemergencia, con una aspersora de motor Robín RS03, con aguilón de 6 boquillas 8003, separadas a 50 cm. una de otra, con una presión de 40 PSI y un gasto de agua de 300 L ha<sup>-1</sup>

Se realizó un conteo de malezas en todo el lote experimental antes de la aplicación de los tratamientos y una evaluación visual a los 25 días después de la aplicación. Las variables evaluadas fueron: Porcentaje de fitotoxicidad y control de malezas de hoja ancha y hoja angosta.

Cuadro 1. Herbicidas y dosis evaluada para el control de malezas en el cultivo de higuierilla en Guanajuato. Ciclo P-V, 2017

No.	Herbicida	Dosis por L ha <sup>-1</sup> m.c.
1	Fluroxipyr + Fluazifop-butil	0.5 + 1.5
2	Starane + Fluazifop-butil	1.0 + 3.0
3	Dicamba + 2,4-Da + Fluazifop-butil	1.0 + 1.5
4	Dicamba + 2,4-Da + Fluazifop-butil	2.0 + 3.0
5	Oxyfluorfen	0.5
6	Oxyfluorfen	1.0
7	Glufosinato de sodio	2.0
8	Glufosinato de sodio	4.0
9	Imazetapyr	1.0
10	Imazetapyr	2.0
11	Mesosulfuron + Iodosulfuron metil	1.5
12	Mesosulfuron + Iodosulfuron metil	3.0

13	Tembotrione	0.3
14	Tembotrione	0.6
15	Carfentrazone + Fluazifop-butil	0.5 + 1.5
16	Carfentrazone + Fluazifop-butil	1.0 + 3.0
17	Prosulfuron + Fluazifop-butil	*50 + 1.5
18	Prosulfuron + Fluazifop-butil	*100 + 3.0
19	Topramezone	1.5
20	Topramezone	3.0
21	Pyrasulfatole + Bromoxinil	1.0 + 1.5
22	Pyrasulfatole + Bromoxinil	2.0 + 3.0
23	Dicamba+Atrazina + Fluazifop-butil	2.0 + 1.5
24	Dicamba + Atrazina + Fluazifop-butil	4.0 + 3.0
25	Bentazona + Fluazifop-butil	2.0 + 1.5
26	Bentazona + Fluazifop-butil	4.0 + 3.0

m.c. = Material comercial \* gramos ha<sup>-1</sup>

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

En el Cuadro 2 se presentan las principales especies de malezas y su población en plantas por m<sup>2</sup> presentes en lote donde se realizó el experimento las especies más abundantes fueron: zacate jhonson, zacate pegaropa, lechosa y olotillo.

Cuadro 2. Especies de malezas y población por m<sup>2</sup> presentes en el lote experimental de la evaluación de herbicidas para el cultivo de higuierilla. Ciclo P-V, 2017.

Nombre Común	Especie	Familia	
<b>Malezas de Hoja Angosta</b>			
			Plantas por m <sup>2</sup>
Z. Pegaropa	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	38
P. de Agua	<i>Echinochloa colona</i> (L.) Link	Poaceae	15
P. Johnson	<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.	Poaceae	55
<b>Malezas de Hoja Ancha</b>			
			No. de Localidades
Chayotillo	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteraceae	6
Chicalote	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	Papaveraceae	7
Chotol	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	Asteraceae	2
Correhuela	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	Convolvulaceae	1
Lechosa	<i>Euphorbia</i> spp	Euphorbiaceae	127

Quesillo	<i>Anoda cristata</i> L.	Malvaceae	9
Quebraplatos	<i>Ipomoea purpurea</i> (L.) Roth	Convolvulaceae	1
Olotillo	<i>Acalypha ostriifolia</i>	Euphorbiaceae	25
Tomatillo	<i>Physalis philadelphica</i> Lam.	Solanaceae	2

En el Cuadro 3 se presenta el porcentaje de fitotoxicidad al cultivo y el control de la maleza tanto de hoja ancha como de hoja angosta, los tratamientos con menor porcentaje de fitotoxicidad fueron: oxyfluorfen a dosis de 0.5 L ha<sup>-1</sup> con 20 %, imazetapyr a dosis de 1.0 L ha<sup>-1</sup> con 20 %, mesosulfuron + iodosulfuron a dosis de 1.5 L ha<sup>-1</sup> con 20 %, prosulfuron + fluazifop-butil a dosis de 50 g + 1.5 L ha<sup>-1</sup> con 20%, topramezone a dosis de 1.5 L ha<sup>-1</sup> con 20 %, bentazona + fluazifop-butil a dosis de 2.0 +1.5 L ha<sup>-1</sup> con 10 %, algunos otros tratamientos presentan daños del 20 % por lo que sería factible realizar otra evaluación con diferente fechas de aplicación para conocer su comportamiento. En relación al control de hoja ancha, todos los tratamientos presentan mas de 80% de control para la maleza y para la maleza de hoja angosta los tratamientos con mezcla de fluzifop-butil presentaron un control superior al 80 %.

Cuadro 3. Porcentaje de fitotoxicidad y de control de maleza de los herbicidas y dosis evaluada en el cultivo de higuera en Guanajuato. Ciclo P-V 2017

No.	Herbicida	Dosis L ha <sup>-1</sup> m.c.	% de fitotoxicidad	% de Control H. ancha	% de Control H. angosta
1	Fluroxipyr + Fluazifop-butil	0.5 + 1.5	90	98	90
2	Fluroxipyr + Fluazifop-butil	1.0 + 3.0	100	98	95
3	Dicamba + 2,4-Da + Fluazifop-butil	1.0 + 1.5	90	98	90
4	Dicamba + 2,4-Da + Fluazifop-butil	2.0 + 3.0	100	98	95
5	Oxyfluorfen	0.5	20	90	0
6	Oxyfluorfen	1	30	95	0
7	Glufosinato de sodio	2	100	100	100
8	Glufosinato de sodio	4	100	100	100
9	Imazetapyr .	1	20	90	40
10	Imazetapyr	2	40	95	50
11	Mesosulfuron + Iodosulfuron metil	1.5	20	90	0
12	Mesosulfuron + Iodosulfuron metil	3	50	95	0
13	Tembotrione	0.3	30	80	0
14	Tembotrione	0.6	60	90	0
15	Carfentrazone + Fluazifop-butil	0.5 + 1.5	30	80	90
16	Carfentrazone + Fluazifop-butil	1.0 + 3.0	70	90	90
17	Prosulfuron + Fluazifop-butil	*50 + 1.5	20	90	100
18	Prosulfuron + Fluazifop-butil	*100 + 3.0	50	90	100
19	Topramezone	1.5	20	70	0

20	Topramezone	3.0	60	80	0
21	Pyrasulfatole + Bromoxinil	1.0 + 1.5	20	95	0
22	Pyrasulfatole + Bromoxinil	2.0 + 3.0	40	100	0
23	Dicamba + Atrazina + Fluazifop-butil	2.0 + 1.5	100	90	100
24	Dicamba + Atrazina Fluazifop-butil	4.0 + 3.0	100	90	100
25	Bentazona + Fluazifop-butil	2.0 + 1.5	10	90	100
26	Bentazona + Fluazifop-butil	4.0 + 3.0	20	90	100

m.c. = Material comercial. \* gramos ha<sup>-1</sup>

## CONCLUSIONES

Se detectaron algunos herbicidas con porcentajes bajos de fitotoxicidad al cultivo y con buenos a excelentes controles de malezas de hoja ancha y angosta que son promisorios para ser utilizados en un programa de manejo integrado de malezas en el cultivo de higuerrilla para el estado de Guanajuato.

Se considera necesario realizar experimentos para afinar dosis y épocas de aplicación y hacer las recomendaciones técnicas más adecuadas y falta probar herbicidas preemergentes que puedan ser incluidos en un manejo integrado de malezas en el cultivo de higuerrilla para el estado de Guanajuato.

## BIBLIOGRAFIA

- Fernández O. A. 1982. Manejo integrado de malezas. *Planta Daninha* (2): 69-79.
- González Á. A., Rico P., H. R., Tapia V. L. M., Teniente O. R., Hernández M. M., Solís B. J.L., y Zamarripa C. A. 2011. Guía para cultivar higuerrilla (*Ricinus communis* L.) en Jalisco. Folleto Técnico Núm. 5. INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco.
- Hernández, M. M; Borodanenko, A.; Montes, H. S.; Pecina, Q. V.; Montoya, C. L., Acosta, N. M. S. y Rivas, G. O. L. 2013. Manual Técnico de Producción de Cultivos Bioenergéticos. Folleto Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRCE Campo Experimental Bajío. 124 p.
- Mejía, S. I. 2000. Generalidades. La higuerrilla. [www.unalmed.edu.co/.../HIGUERILLA.htm](http://www.unalmed.edu.co/.../HIGUERILLA.htm)
- Menalled F. D. 2010. Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas 5: 73-78.
- Mendoza Z. J. E. 1976. Evaluación y selección de variedades de higuerrilla (*Ricinus communis* L.) tipo enano en cuatro poblaciones de siembra, en Portoviejo. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador. 36 p.
- Rico, P. H. R.; Tapia, V. L. M.; Teniente, O. A.; González, A. A.; Hernández, M. M.; Solís, B. J. L. y Zamarripa, C. A. Guía para cultivar higuerrilla (*Ricinus communis* L.). 2011. Folleto técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Campo Experimental Valle de Apatzingán. Apatzingán, Mich.

## **EFFECTO DE TRES ELICITORES (ÁCIDO SALICÍLICO, QUITOSAN, PERÓXIDO DE HIDROGENO) EN EL DESARROLLO DE LECHUGA**

Arturo Buenavista-Centeno<sup>1</sup>; Ángel Ernesto Chavez-Chavez<sup>1</sup>; Bertha María Sánchez-García<sup>2</sup>; Daniel Rodríguez-Mercado<sup>3</sup>; Alejandro Guzmán-Zazueta<sup>3</sup>; Hugo Cesar Cisneros-López; Luis Patricio Guevara-Acevedo<sup>3§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Innovación Agrícola Sustentable, Instituto Tecnológico de Roque, Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, C.P. 38110, Celaya, Gto. <sup>2</sup>Estudiante de Doctorado en Ciencias en Producción Agroalimentaria, Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Gto. <sup>3</sup>Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor de correspondencia:

[lpguevara@itroque.edu.mx](mailto:lpguevara@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

La utilización de elicitors como son; el ácido salicílico, quitosan y el peróxido de hidrogeno representa una alternativa sostenible al uso de agroquímicos. Si bien el uso de estos elicitors, constituye una práctica poco común, puesto que no existe información completa acerca del mecanismo de acción, preparación, dosis y frecuencia de uso. Por tal motivo el objetivo del presente trabajo fue analizar el efecto de tres elicitors sobre el crecimiento de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa L.*) bajo condiciones de invernadero. La aplicación de los tratamientos se realizó en un diseño completamente al azar con diez tratamientos, tres concentraciones diferentes para cada uno y un testigo, aplicando los tratamientos en tres charolas por tratamiento. A los ocho días después de la siembra se aplicaron los tratamientos, ácido salicílico a concentraciones de  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  y  $10^{-6}$  mM de quitosan a 1, 67 y 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$  y peróxido de hidrogeno a 0.6, 1.4, y 1.8 mM, a los ocho días posteriores a la aplicación se seleccionaron 10 plantas al azar por tratamiento y dos veces por semana se determinaron las variables: Altura de Planta, Longitud de Tallo, Longitud de Raíz, Diámetro de Tallo, Peso Fresco, Peso Seco, Biomasa. Observando que ninguno supero al testigo en el crecimiento y desarrollo de las plantas de lechuga, las plantas tratadas con ácido salicílico, quitosan y peróxido de hidrogeno presentaron valores de crecimiento muy similares e incluso por debajo a los valores del testigo. Los incrementos no fueron dependientes de la concentración de cada uno de los elicitors evaluados.

**Palabras claves:** elicitors, ácido salicílico, quitosan, peróxido de hidrogeno, *lactuca sativa L.*

### **ABSTRACT**

The use of elicitors as they are; salicylic acid, chitosan and hydrogen peroxide represent a sustainable alternative to the use of agrochemicals. Although the use of these elicitors is a rare practice, since there is no complete information about the mechanism of action, preparation, dose and frequency of use. For this reason, the objective of this work was to analyze the effect of three elicitors on the growth of lettuce seedlings (*Lactuca sativa L.*) under greenhouse conditions. The

treatments were applied in a completely randomized design with ten treatments, three different controls for each one and a witness, the application of the treatments in three trays per treatment. At eight days after planting, the treatments, salicylic acid were applied to the compounds of  $10^{-4}$ ,  $10^{-5}$  and  $10^{-6}$  mM of chitosan at 1, 67 and 100  $\mu\text{g mL}^{-1}$  and hydrogen peroxide at 0.6, 1.4, and 1.8 mM, at eight days after the application, 10 random plants were selected per treatment and the variables were determined twice a week: Plant Height, Stem Length, Root Length, Stem Diameter, Weight Fresh, dry weight, biomass. Noting that none exceeded the control in the growth and development of lettuce plants, plants treated with salicylic acid, chitosan and hydrogen peroxide, very similar growth values and even below the control values. The increases were not dependent on the concentration of each of the evaluators evaluated.

*Key words: elicitors, salicylic acid, chitosan, hydrogen peroxide, lactuca sativa L.*

## INTRODUCCIÓN

La *Lactuca sativa L.* es una planta herbácea de sabor suave, por lo general, es de color verde intenso, que se va aclarando hacia el tronco y oscureciendo hacia la punta de la hoja. Su consumo usualmente es en fresco en infinidad de recetas y como base de ensaladas. En México, la producción nacional de lechuga en 2017 fue de 466.8 mil toneladas, 6.1% más que en 2016 (SIAP, 2018). El cultivo de lechuga se da en 22 estados de la República Mexicana, donde Guanajuato, Zacatecas y Puebla se colocan como los principales productores de esta verdura verde, siendo Guanajuato el mayor productor con 66,780 ton, lo que equivale al 31.43% de la producción nacional total (SIAP, 2018).

La lechuga presenta una gran gama de variedades, principalmente por poseer diferentes tipos de hojas y distintos hábitos de crecimiento de las plantas. Durante los últimos años, la producción de hortalizas ha experimentado un relativo progreso en cuanto a rendimiento y calidad, debido en parte a la introducción de nuevas variedades y el aumento de su consumo (MINAGRI, 2017).

El uso de elicitores para disminuir la aplicación de pesticidas y reguladores sintéticos en las operaciones de producción hortícola dará lugar a cosechas inocuas y de mayor calidad nutricional (Agricultural Research Council, 1964). Las plantas tratadas con elicitores generalmente desarrollan resistencia en el hospedero, debido a que la aplicación de estos sobre la superficie de la planta activa múltiples vías de señalización de defensa intracelular (Odjacova y Hadjiivanova, 2001). Los elicitores son moléculas muy estables que inducen la respuesta de protección en las plantas, son de bajo peso molecular, y sintetizados como tales o liberados de precursores poliméricos durante la infección (Ozeretskoykaya y Vasyukova, 2002; Zhao *et al.*, 2005;).

La estructura química de los elicitores está conformada por glicoproteínas, polipéptidos, oligosacáridos, polisacáridos, compuestos que contienen lípidos u otros compuestos. Algunos elicitores proteínicos son directamente producidos por bacterias u hongos patógenos, mientras que

los oligosacáridos biológicamente activos son liberados del patógeno y pared celular de plantas por las hidrolasas secretadas de ambos organismos (Ođjacova y Hadjiivanova, 2001).

Este método de resistencia inducida por elicitores se caracteriza primordialmente por las ventajas que presenta: A) Seguridad ecológica, ya que el método se basa en la inducción del potencial natural inmunológico de la planta hospedera y no en la supresión de fitopatógenos. B) Tiene un efecto sistémico y prolongado. C) Participación de múltiples sistemas de defensa en la resistencia inducida, lo que hace la adaptación de los patógenos a especies protegidas, casi imposible. D) Inducción de resistencia no específica para diversos patógenos como hongos, bacterias, virus, nematodos, etc., (Ozeretskoykaya y Vasyukova, 2002; Zhao *et al.*, 2005).

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de Quitosan, ácido salicílico y peróxido de hidrogeno como elicitores en el desarrollo de plántulas de lechuga bajo condiciones de invernadero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Ubicación del experimento.** La presente investigación se realizó en la empresa Agro Vida, ubicados en Rancho Ramírez s/n en la Colonia del Bosque, Celaya Guanajuato; con coordenadas, 20°29'57.2" Latitud Norte, 100°47'57.9" Longitud Oeste., en un invernadero de 12 m de ancho por 90 m de largo.

**Selección de material de trabajo.** Para la siembra de la lechuga utilizaron charolas (L 702) de 338 cavidades con una capacidad de 10 mL. Las charolas previamente fueron desinfectadas con formol al 38% y escurridas por 24 h. El sustrato utilizado fue Professional Growing Mix (Sungro®) y perlita en relación de 2:1 y para cubrir la semilla ya emergida se utilizó vermiculita.

**Llenado de charolas.** El llenado se realizó después de que se mezcló el peat moss con la perlita y se comenzó a llenar las charolas manualmente, se retiró el excedente con una tabla cuidando que las orillas estuvieran correctamente llenas, se estibarón.

**Método de siembra.** Las charolas fueron sembradas con una varilla de metal que tiene cavidades del mismo tamaño que las de la semilla, esta se llenó de la semilla y luego se vertió en la charola depositándose aproximadamente una semilla por cavidad.

**Manejo de charolas sembradas.** Una vez terminada la siembra se estibarón las charolas de 50 en 50, se mojaron con agua y se les asperjó Kaisen® (metamidofos) para evitar daños a la semilla a causa de hormigas.

**Destapado.** Uno o dos días después de la siembra, ya que la semilla había emergido se destaparon y desestibarón las charolas, se revisó que la mayoría de las semillas hayan emergido y se comenzaron a tapar con vermiculita, y el sobrante se les retiró con ayuda de una tabla.

**Inserción al invernadero.** Una vez que las charolas ya estaban germinadas y tapadas con vermiculita, se comenzaron a meter al invernadero acomodándose de 32 charolas por cada carril ya extendidas, una vez que estas ya estaban adentro del invernadero se les dio humedad por primera vez (no exceso de agua).

**Preparación y aplicación de Soluciones.** Para llevar a cabo esta investigación se evaluó el Ácido Salicílico (AS), Quitosan (Q), Peróxido de Hidrógeno (PH) y un testigo absoluto, para cada uno se prepararon tres diferentes concentraciones (0.1, 0.067 y 0.001 mM; 1 µg, 67 y 100 µg mL<sup>-1</sup>; 0.6, 1.4, 1.8 Mm respectivamente), al testigo solo se le aplicó agua.

Los tratamientos fueron aplicados a los ocho días posteriores a la germinación, para ello se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones y cada unidad experimental consistió en una planta. Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una aspersora manual de 1.0 L (Trupper®) se sacaron del invernadero y se colocaron en los pasillos de los invernaderos para hacer las aplicaciones, después se procedió a colocarlas nuevamente en el invernadero, se hicieron aplicaciones una vez a la semana durante tres semanas.

**Riegos.** Los riegos se realizaron diario, a la lechuga se le daban 3 vueltas de agua y aparte se fertilizó, ya que la fertilización se aplicó por medio del sistema de riego.

**Medición de Variables.** Se muestreo dos veces semanalmente durante tres semanas para medir las variables del experimento. Se humedeció cada unidad experimental para poder sacar cada repetición, se lavó con agua corriente el cepellón para así quitarle todo el sustrato y dejarla limpia en su totalidad se enumeraron del 1 al 10 en sanitas. La longitud total de planta se midió desde el ápice de la parte superior de la planta hasta el extremo contrario es decir el punto final de crecimiento de la raíz, esto se realizó con una regla graduada de 30 cm. La longitud del tallo se midió desde el primer nudo hasta el cuello del tallo estas mediciones se realizaron con una regla graduada de 30 cm. La longitud de Raíz se midió la raíz desde el cuello del tallo hasta el extremo distal de la raíz, con una regla graduada de 30 cm. El diámetro de tallo se midió con un vernier digital (Truper®) en la parte media del tallo. Para el peso fresco se marcó cada unidad experimental y se pesó en una báscula analítica marca OHAUS® sin perder el número correspondiente. Mientras que para el peso seco se envolvieron en sanitas indicando el número de unidad experimental y se metieron en estufa de secado marca Felisa® a 60 °C por 72 h y se volvieron a pesar y con la diferencia de pesos se determinó la biomasa.

**Análisis estadístico.** Con cada uno de los valores de las variables evaluadas se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA), con un diseño experimental a partir de los 10 tratamientos y el testigo con 10 repeticiones mediante el programa Statical Analisis System (SAS Institute, 2010)

( $p \leq 0.05$ ). Cuando el ANOVA indico diferencias se realizó una prueba de comparación múltiple de medias mediante la prueba Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las plántulas de lechuga para la variable altura de planta no se presentaron diferencias estadísticamente significativas. Las plántulas mostraron un comportamiento muy homogéneo en los tres tratamientos y el testigo, obteniendo valores que van desde 10.8967 hasta 11.4133 (Cuadro 1). Estos resultados concuerdan con los reportados por Espinoza *et al.* (2014) quienes en un trabajo realizado en plantas de lechuga observaron que en los cinco primeros muestreos no se perciben diferencias entre los tratamientos, sin embargo a partir de los 45 días después del trasplante se empieza a notar una ligera tendencia donde la aplicación semanal por aspersion de quitosán con plantas cultivadas en suelo tiene mayor altura (62 cm), comparado con el testigo en suelo que no se aplicó quitosán (20 cm). Con respecto a lo antes mencionado Nge *et al.* (2006) y Cho *et al.* (2008) indican que el uso de quitosano en sus distintas formas de aplicación muestra ser estimulador del crecimiento.

En cuanto a los resultados obtenidos en los diez tratamientos realizados en la variable longitud de tallo (Cuadro 1) se puede observar que en estos no se perciben diferencias significativas entre ellos, pero se alcanza a apreciar una tendencia de bajo crecimiento de tallo en los tratamientos ácido salicílico  $10^{-5}$  mM, quitosán  $100 \mu\text{g mL}^{-1}$  y peróxido de hidrogeno 0.6 mM, siendo estos valores menores a los reportados para el testigo. Estos resultados del crecimiento de las plántulas de lechuga dependiendo concentración de cada uno de los elicitores, difieren con lo reportado por Boughton *et al.* (2005), donde muestran que las plantas de *Lycopersicon esculentum* tratadas con metil jasmonato (MJ, otro elicitor, fueron significativamente más cortas en altura de 10-15 cm en promedio, que las plantas control a los 20 días posteriores al tratamiento con MJ. Pero la altura no resulto significativa entre las dosis de MJ empleadas.

Se obtuvieron raíces de mayor longitud en las plantas donde se aplicó el tratamiento peróxido de hidrogeno 0.6 mM, sin embargo, esto solo fue significativo al compararlo con el tratamiento ácido salicílico  $10^{-5}$  mM, en comparación con los otros tratamientos los valores se comportaron estadísticamente igual. De igual manera González (2014), en un trabajo realizado en tomate (*Solanum lycopersicum L.*) observó que aumentó el crecimiento de la raíz y el tallo al aplicar una solución acuosa de quitosán con ácido glutámico a semillas de cereales, obtuvo un efecto positivo en el crecimiento de la planta. Este efecto positivo del quitosán y sus derivados, aún no totalmente entendido, parece relacionarse con la habilidad de estos compuestos para promover la síntesis de especies activas de oxígeno capaces de activar los genes relacionados con la tolerancia al estrés y la adaptación al ambiente Lee *et al.* (1999).

En los resultados del diámetro de tallo, se puede ver en el (cuadro 1), que en los distintos tratamientos se notaron diferencias significativas. Donde las plantas tratadas con peróxido de hidrogeno 1.4 mM obtuvieron el valor más alto para dicha variable con un valor de 1.9695 mm, y el valor más bajo se encontró en las plantas del tratamiento 1 ácido salicílico  $10^{-4}$  mM, con un valor de 1.7305, presentando un valor aún por debajo del testigo, este último presentó un diámetro de tallo de 1.8965. Estos resultados difieren a los reportados por Benavides *et al.* (2007) quienes al utilizar quitosán en jitomate tuvieron un aumento en el diámetro del tallo.

En el invernadero el tratamiento con 1.4 mM de peróxido de hidrogeno aunado con el testigo mostraron mayor peso fresco en comparación con los otros dos tratamientos y las demás concentraciones del peróxido de Hidrogeno, cuyos valores son estadísticamente menores o iguales (Cuadro 1). En cuanto al peso seco los cuatro tratamientos fueron estadísticamente diferentes. Ohta *et al.* (1999) sin embargo reportaron tanto el incremento en peso fresco como en seco de *Eustoma grandiflorum* en invernadero al añadir quitosán 0.25-1.0% en el sustrato. La ausencia de respuesta del peso seco observada para la lechuga puede ser resultado de la diferencia en la forma de aplicación.

Los resultados de este estudio indican que la aplicación de ácido salicílico, quitosán y peróxido de hidrogeno no son capaces de incrementar el desarrollo de la planta con respecto a la biomasa, ya que, los valores obtenidos de cada uno de los tratamientos resultaron ser inferiores a los reportados para el testigo, que presentó una biomasa de 0.7275 apenas por encima del peróxido de hidrogeno 0.6 mM que obtuvo una biomasa de 0.7194 (Cuadro 1). Lo anterior difiere a lo reportado por Estrada *et al.* (2012) quienes en un estudio realizado indican que la aplicación de ácido salicílico es capaz de incrementar el desarrollo de la planta con respecto a la biomasa, principalmente en peso y volumen radical San Miguel *et al.* (2003). De igual manera, encontraron que la aplicación de ácido salicílico a concentraciones de  $10^{-8}$  mM y  $10^{-6}$  mM incrementa considerablemente en 65 % y 45 %, la biomasa seca en raíz, respectivamente.

Cuadro 1. Efecto del ácido salicílico, quitosán, peróxido de hidrogeno a diferentes concentraciones sobre el crecimiento de plántulas de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Trat <sup>1</sup>	Dosis	Altura de Planta	Longitud de Tallo	Longitud de Raíz	Diámetro de Tallo (mm)	Peso Fresco	Peso Seco	Biomasa
AS	$10^{-4}$ mM	11.41 a	1.33 a	6.10 ab	1.73 d	0.67 de	0.055 de	0.618 cde
AS	$10^{-5}$ mM	11.29 a	0.07 a	5.82 b	1.73 d	0.62 e	0.051 e	0.568 de
AS	$10^{-6}$ mM	10.89 a	0.75 a	5.84 ab	1.79 cd	0.68 cde	0.057 cde	0.629 cd
Q	1 $\mu$ g mL L <sup>-1</sup>	10.90 a	0.66 a	5.86 ab	1.90 ab	0.74 abc	0.066 ab	0.680 abc
Q	67 $\mu$ g mL L <sup>-1</sup>	11.39 a	0.73 a	6.19 ab	1.91 ab	0.73 abcd	0.063 abc	0.669 abc
Q	100 $\mu$ g mL L <sup>-1</sup>	10.58 a	0.63 a	6.09 ab	1.83 bcd	0.61 e	0.054 de	0.559 e
PH	0.6 mM	11.10 a	0.65 a	6.40 a	1.92 ab	0.70 bcd	0.063 abc	0.644 bc

PH	1.4 mM	11.38 a	0.71 a	6.24 ab	1.96 a	0.78 a	0.067 a	0.719 a
PH	1.8 mM	11.36 a	0.74 a	6.26 ab	1.88 abc	0.77 ab	0.060 bcd	0.709 ab
T	--	11.15 a	0.70 a	6.08 ab	1.89 abc	0.79 a	0.062 abc	0.727 a

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según Tukey ( $\alpha = 0.05$ ). <sup>1</sup>Tratamiento, AS=Ácido Salicílico, Q=Quitosan, PH=Peróxido de Hidrogeno.

## CONCLUSIÓN

Comparando los tratamientos, no se observaron efectos significativos en la mayoría de las variables de crecimiento evaluadas, sin embargo es interesante observar que los valores que mostraron las plantas fueron similares estadísticamente.

Lo que hace recomendar una segunda etapa de evaluación con más tratamientos y evaluar las mismas variables.

## LITERATURA CITADA

- Agricultural Research Council. 1964. Report of the research committee on toxic chemicals. Agricultural Research Council, HMSO, London, p. 1-38.
- Benavides M. A.; D. Burgos L.; H. Ortega O.; H. Ramírez. 2007. El ácido benzoico y poliácido acrílico quitosán en la calidad y el rendimiento del tomate cultivado en suelo calcáreo. *Terra Latinoamericana* 25 (3): 123-129.
- Boughton AJ, Hoover K, Felton GW (2005) Methyl jasmonate application induces increased densities of glandular trichomes on tomato, *Lycopersicon esculentum*. *J Chem Ecol* 31:2211–2216
- Cho M. K.; No H. K. and Prinyawiwatkul W. 2008. Chitosan Treatments Affect Growth and Selected Quality of Sunflower Sprouts. *Journal of Food Science*. 73: 70 – 78.
- Estrada P. W.; Álvarez F. A.; Lescay B. E.; Rodríguez L. L.; González G. G.; Castro G. P.R.; (2012) Efecto de los ácidos salicílico y benzoico en la lechuga (*Lactuca sativa L.*) *Centro Agrícola*, 39(4):85-89.
- González P.; D. Costales y A. Falcón B. 2014. Influencia de un biopolímero de quitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (*Solanum lycopersicum L.*). *Cultivos Tropicales*. 35(1): 35-42
- Lee S. H.; Choi S.; Suh I.; Doo K.; Oh E. J.; Choi. A. T.; Schroeder Taylor P. S.: Low and Y. Lee. 1999. Oligogalacturonic acid and chitosan reduce stomatal aperture by inducing the evolution of reactive oxygen species from guard cells of tomato and *Commelinacommunis*. *PlantPhysiol*. 121: 147-152.
- Mata, O., Rojas, N., Lara, J., Marin, J., Bertolini, V., (2014) Aplicación de quitosano en la calidad y producción del tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en suelo calcáreo (Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Producción Agropecuaria).

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ, Soledad de Graciano Sánchez,  
S.L.P.

- M, Odjakova., C, Hadjiivanova. (2001). The complexity of pathogen defense in plants. *bulgaria. bulg. j. plant physiol.*, 2001, 27(1-2), 101-109
- Ministerio de Agricultura y Riego. (2017). Anuario estadístico “Producción Agrícola 2017”. Recuperado de <http://siea.minagri.gob.pe/siea/?q=noticias/anuario-estadistico-produccion-agricola-2017>
- Nge K. L.; N. New-; S. Chandkrachang and W. F. Stevens. 2006. Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture. *Journal of Plant Science* 170: 1185-119
- Ozeretskoykaya OL, Vasyukova NI (2002). The use of elicitors for protection of cultured plants demands caution. *Appl. Biochem. Microbiol.* 38(3): 277-279.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2018. En: <https://www.gob.mx/siap/articulos/lactuca-sativa-l-tipos-y-variedades-que-se-producen-en-mexico?idiom=es> Consultada: 26 de Septiembre del 2019.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), 2018. En: [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do) Consultada: 26 de Septiembre del 2019.
- Zhao J, Davis LC, Verporte R (2005). Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. *Biotechnol. Adv.* 23(4): 283-333.

## PRINCIPALES MALEZAS PRESENTES EN EL CULTIVO DE HIGUERILLA (*Ricinus communis* L.) EN EL ESTADO DE GUANAJUATO

<sup>1</sup>Tomas Medina-Cazares\*; <sup>1</sup>Salvador Montes-Hernández; <sup>1</sup>Miguel Hernández-Martínez y

<sup>1</sup>Aquilino Ramírez Ramírez

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío INIFAP. [medina.tomas@inifap.gob.mx](mailto:medina.tomas@inifap.gob.mx).

### RESUMEN

En México existen áreas marginales que carecen de una alternativa productiva, ya que son terrenos de temporal o de agostadero, poco aptos para producción de cultivos alimenticios y que han sido relegados como parte del área cultivable. Una alternativa para reactivar la economía de estas comunidades, y aprovechar los terrenos ociosos es la introducción del cultivo de higuierilla (*Ricinus communis* L.) de cuya semilla se extrae aceite de muy buena calidad. En Guanajuato en 2017 se reportaron 250 hectáreas sembradas con este cultivo. En materia fitosanitaria se tiene poco conocimiento de las malezas asociadas al cultivo, pero no se cuenta en Guanajuato con un listado de referencia sobre dichas especies, el objetivo del presente trabajo fue enlistar las especies de malezas asociadas al cultivo y conocer cuáles son las de mayor importancia. Durante el ciclo P-V 2017 se realizaron muestreos de maleza en 6 localidades del estado. En cada parcela se realizó un recorrido tanto dentro como en la periferia donde se registró el número de especies de malezas presentes. Se encontraron 8 especies de malezas de hoja angosta, de 2 familias, 7 especies pertenecen a la familia Poaceae y una a la familia Cyperaceae, las que se encuentran con mayor frecuencia son: coquillo y z. liendrilla se encontraron en 4 de las 6 localidades muestreadas, grama, cadillo, pasto de agua y z. Johnson en 3. Se encontraron 28 especies de malezas de hoja ancha, de 16 familias, 7 especies pertenecen a la familia Asteráceas, 3 a la familia Solanáceas y con 2 especies por familia están Convolvuláceas y Euphorbiaceae que son la que presentan mayor número de especies, las que se encuentran con mayor frecuencia son: quebraplatos y quesillo se encontraron en 6 de las 6 localidades muestreadas, lechosa, rosa amarilla y quelite bleado en 5, acetilla, chotol. Tomatillo y verdolaga en 4.

*Palabras claves: malezas, muestreos, zacate pegaropa, chicalote*

### ABSTRACT

In México there are marginal areas that lack a productive alternative, since they are temporary or agostadero land, unfit for production of food crops and that have been relegated as part of the arable area. An alternative to reactivate the economy of these communities, and take advantage of the idle land is the introduction of the cultivation of higuierilla (*Ricinus communis* L.) from whose seed oil of very good quality is extracted. In Guanajuato in 2017, 250 hectares planted with this crop were

reported. In phytosanitary matter there is little knowledge of weeds associated with the crop, but there is no reference list in Guanajuato about these species, the objective of this work was to list the weed species associated with the crop and to know which ones are the most important importance. During the P-V 2017 cycle weed sampling was carried out in 6 locations in the state. In each plot a tour was made both inside and on the periphery where the number of weed species present was recorded. We found 8 species of narrow-leaved weeds, of 2 families, 7 species belong to the Poaceae family and one to the Cyperaceae family, the most frequently found are: coquillo and z. Nits were found in 4 of the 6 sampled locations, grass, cadillo, water grass and z. Johnson in 3. We found 28 species of broadleaf weeds, of 16 families, 7 species belong to the Asteraceae family, 3 to the Solanaceae family and with 2 species per family are Convolvuláceas and Euphorbiaceae which are the ones with the highest number of species , the ones that are most frequently found are: quebraplatos and quesillo were found in 6 of the 6 sampled locations, milky, yellow rose and quelite bleado in 5, acetilla, chotol. Tomatillo and purslane in 4.

**Keywords:** *Weeds, samples, pegaropa grass, chicalote*

## **INTRODUCCIÓN**

En México existen áreas marginales que carecen de una alternativa productiva, ya que son terrenos de temporal o de agostadero, poco aptos para producción de cultivos alimenticios y que han sido relegados en los últimos años, como parte del área cultivable. Una alternativa para reactivar la economía de estas comunidades, y aprovechar los terrenos ociosos es la introducción del cultivo de higuera (*Ricinus communis* L.) de cuya semilla se extrae aceite de muy buena calidad. Esta planta se caracteriza por su rusticidad, con bajo requerimiento de agua y proceso productivo de bajo costo; su establecimiento es al inicio de lluvias, manejado como cultivo perenne, llevando a cabo podas anuales para su restablecimiento. El aceite de la semilla de higuera registra más de 500 usos, destacando su empleo en las industrias de pinturas, perfumería, cosméticos, automotriz, plásticos, aeronáutica, producción de biocombustibles (biodiesel y bioturbosina), entre otras; la aplicación más popular es por su acción purgante y vermífuga. En México se están realizando esfuerzos por establecer este cultivo, uno de los problemas principales es la carencia de un paquete tecnológico disponible para las condiciones de cada zona agrícola. como en cualquier cultivo la maleza es uno de los principales problemas. En cualquier situación es necesario realizar un levantamiento ecológico de malezas en la región donde esté establecida la higuera, para conocer el tipo y densidad de malezas existentes en la zona.

En materia fitosanitaria se tiene poco conocimiento de las plagas, enfermedades y malezas asociadas al cultivo. Se reconoce de antemano que las malezas compiten con el cultivo por la disponibilidad de agua, nutrientes, luz y espacio, pero no se cuenta en Guanajuato con un listado de referencia sobre dichas especies, por lo que el objetivo del presente trabajo fue enlistar las

especies de malezas asociadas al cultivo en Guanajuato y conocer cuáles son las de mayor importancia, las más comunes y las que se presentan en las diferentes regiones donde está presente el cultivo de Higuierilla,

## MATERIALES MÉTODOS

En cualquier situación es necesario realizar un levantamiento ecológico de malezas en la región donde esté establecida la higuierilla, para conocer el tipo y densidad de malezas existentes en la zona.

Durante el ciclo P-V 2017 se realizaron muestreos de maleza en 6 localidades del estado de Guanajuato: El Sauz 1, Mpio. De Acámbaro, Gto. El Sauz 2, Mpio. De Acámbaro, Gto., La Estancia, Mpio. De Abasolo, Gto., Abasolo 2, Mpio. De Abasolo, Gto. Los García, Urireo, Mpio. De Salvatierra Gto., y Casacuaran, Mpio. De Yuriria, Gto. (Los municipios se aprecian en la Figura 1)

En cada parcela se realizó un recorrido tanto dentro como en la periferia donde se registró el número de especies de malezas presentes. Las malezas encontradas se identificaron con base a la información de la página [www.malezasdemexico.org](http://www.malezasdemexico.org) y al Manual de malezas de Salvatierra, Gto. (RZEDOWSKI y RZEDOWSKI, 2004).

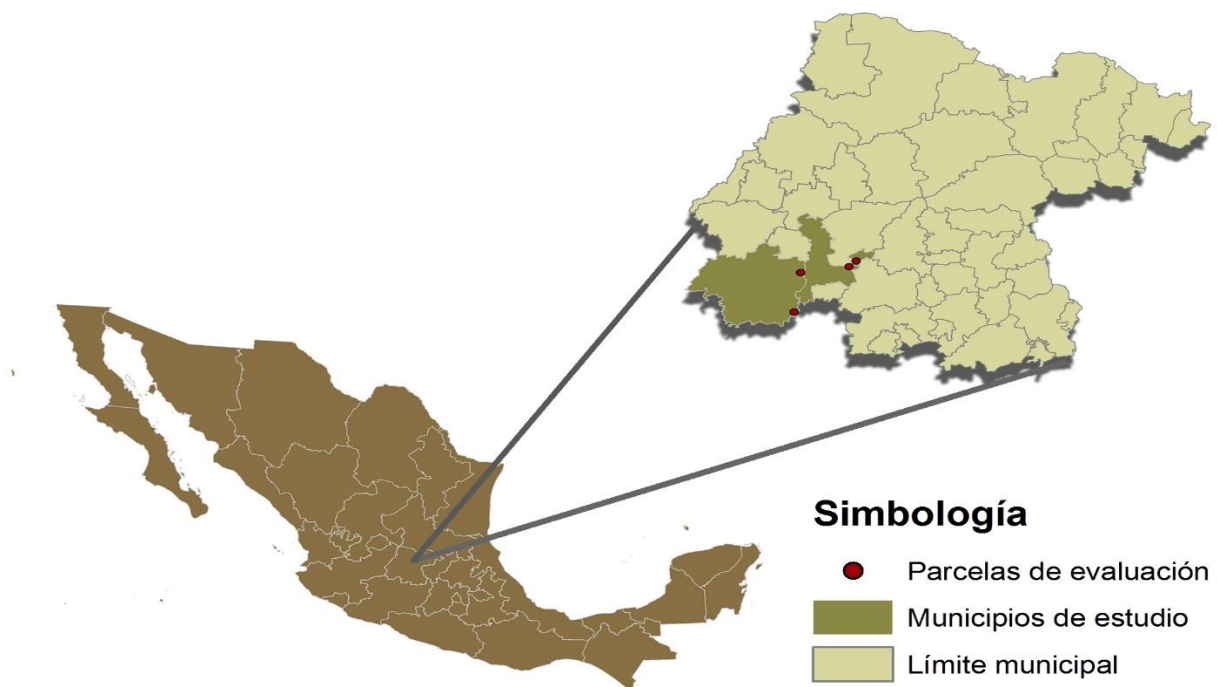


Figura 1.- Municipios del estado de Guanajuato donde se realizaron los muestreos de malezas en higuierilla. Ciclo P-V, 2017

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las principales especies de malezas de hoja ancha como de angosta, la familia a la que pertenecen, el origen de la especie y las localidades donde están presentes se presentan En el Cuadro 1.

Se encontraron 8 especies de malezas de hoja angosta, de 2 familias, 7 especies pertenecen a la familia Poaceae y una perteneciente a la familia Cyperaceae, las que se encuentran con mayor frecuencia son: coquillo y z. liendrilla se encontraron en 4 de las 6 localidades muestreadas, grama, cadillo, pasto de agua y z. Johnson en 3.

Se encontraron 28 especies de malezas de hoja ancha, de 16 familias, 7 especies pertenecen a la familia Asteráceas, 3 a la familia Solanáceas y con 2 especies por familia están Convolvuláceas y Euphorbiaceae que son la que presentan mayor número de especies, las que se encuentran con mayor frecuencia son: quebraplatos y quesillo se encontraron en 6 de las 6 localidades muestreadas, lechosa, rosa amarilla y quelite bleado en 5, acetilla, chotol. Tomatillo y verdolaga en 4.

Cuadro 1. Listado de especies de malezas asociadas al cultivo de Higuierilla y número de localidades en donde aparecen en el estado de Guanajuato

NOMBRE	ESPECIE	FAMILIA	ORIGEN	No. de localidades
<b>Malezas de Hoja Angosta</b>				
Grama	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Poaceae	África	3
Cadillo	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Poaceae	América	3
Z. Pegaropa	<i>Setaria verticillata</i> (L.) P. Beauv.	Poaceae	California	2
Z. liendrilla	<i>Eragrostis mexicana</i> (Hornem) Link.	Poaceae	México	4
P. de Agua	<i>Echinochloa cruz-galli</i> (L.) Link	Poaceae	Euroasia	3
P. Bromus	<i>Bromus catharticus</i> Vahl.	Poaceae	Sudamérica	3
P. Johnson	<i>Sorghun halepense</i> (L.) Pers.	Poaceae	Mediterráneo	3
Coquillo	<i>Cyperus esculentus</i> L.	Cyperaceae	Euroasia	4
<b>Malezas de Hoja Ancha</b>				
Abrojo	<i>Solanum rostratum</i> Dunal	Solanáceas	México	1
Achual	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) (Pers.)	Asteráceas	México	2
Aceitilla	<i>Bidens odorata</i> Cav.	Asteráceas	México y Guatemala	4
Agritos	<i>Oxalis latifolia</i> Kunth	Oxalidaceae	México	1
Borraja	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Asteráceas	Europa	2
Chayotillo	<i>Xanthium strumarium</i> L.	Asteráceas	Norteamérica	2
Chayotillo de guía	<i>Sicyos deppei</i> G. Don-	Cucurbitaceae	México	1
Chía silvestre	<i>Salvia spp</i>	Lamiaceae	México	1
Chicalote	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	Papaveraceae	Mesoamérica	3

Chotol	<i>Tithonia tubiformis (Jacq.) Cass.</i>	Asteráceas	México a Honduras y El Salvador	4
Coronilla	<i>Tridax coronopifolia Kunth) Hemsi</i>	Asteráceas	México	1
Correhuela	<i>Convolvulus arvensis L.</i>	Convolvulaceae	Europa	1
Lechosa	<i>Euphorbia heterophylla</i>	Euphorbiaceae	De Texas al centro de México	5
Lengua de vaca	<i>Rumex crispus</i>	Polygonaceae	California	2
Golondrina	<i>Euphorbia vermiculata</i>	Euphorbiaceae	De Texas al centro de México	2
Hierba del Golpe	<i>Gaura coccinea Nut. Ex Pursh</i>	Onagraceae	De Canadá a México (Oaxaca)	1
Hierba Mora	<i>Solanum americanum Mill.</i>	Solanáceas	América	2
Huizache	<i>Acacia farnesiana (L.) Willd</i>	Mimosaceae	Suroeste de E.U. a Sudamérica	3
Malva	<i>Malva parviflora L.</i>	Malvaceae	Europa	3
Quebraplatos	<i>Ipomoea purpurea (L.) Roth</i>	Convolvulaceae	América	6
Q. Bledo	<i>Amaranthus hybridus</i>	Amaranthaceae	Sur de E:U y México	5
Q. de Puerco	<i>Chenopodium murale L.</i>	Chenopodiaceae	Europa	1
Quesillo	<i>Anoda cristata (L.) Schldtl.</i>	Malvaceae	México y Centroamérica	6
Olotillo	<i>Acalypha ostrifolia</i>	Euphorbiaceae	México	3
Rosa Amarilla	<i>Aldama dentata Llave &amp; Lex.</i>	Asteráceas	América	5
Tomatillo	<i>Physalis philadelphica Lam.</i>	Solanáceas	México	4
Torito	<i>Proboscidea louisianica (P. Mill.) Thell.</i>	Martyniaceae	De Texas al centro de México	2
Verdolaga	<i>Portulaca oleracea L.</i>	Portulacaceae	Medio Oriente	4

## CONCLUSIONES

El muestreo abarcó gran parte de la superficie sembrada con el cultivo de higuierilla, se registraron malezas preponderantemente del ciclo P-V, comunes para cultivos como maíz, sorgo, frijol y otros. Aunado a la anterior la planta de higuierilla es de lento desarrollo en sus etapas tempranas por lo que la mayoría de las malezas desarrollan más rápido que ella y le afectan por espacio y competencia, a decir de los productores todas las malezas, por su habilidad competitiva con el cultivo y los daños que puede producir si no se le controla oportunamente son uno de los principales problemas que enfrenta el cultivo de Higuierilla en el estado de Guanajuato.

## BIBLIOGRAFIA

Fernández O. A. 1982. Manejo integrado de malezas. Planta Daninha (2): 69-79.

- González Á. A., Rico P., H. R., Tapia V. L. M., Teniente O. R., Hernández M. M., Solís B. J.L., y Zamarripa C. A. 2011. Guía para cultivar higuierilla (*Ricinus communis* L.) en Jalisco. Folleto Técnico Núm. 5. INIFAP-CIRPAC Campo Experimental Centro-Altos de Jalisco.
- Hernández, M. M; Borodanenko, A.; Montes, H. S.; Pecina, Q. V.; Montoya, C. L., Acosta, N. M. S. y Rivas, G. O. L. 2013. Manual Técnico de Producción de Cultivos Bioenergéticos. Folleto Técnico Núm. 2. INIFAP-CIRCE Campo Experimental Bajío. 124 p.
- Mejía, S. I. 2000. Generalidades. La higuierilla. [www.unalmed.edu.co/.../HIGUERILLA.htm](http://www.unalmed.edu.co/.../HIGUERILLA.htm)
- Menalled F. D. 2010. Consideraciones ecológicas para el desarrollo de programas de manejo integrado de malezas 5: 73-78.
- Mendoza Z. J. E. 1976. Evaluación y selección de variedades de higuierilla (*Ricinus communis* L.) tipo enano en cuatro poblaciones de siembra, en Portoviejo. Tesis de Grado. Facultad de Ingeniería Agronómica. Universidad Técnica de Manabi. Portoviejo, Ecuador. 36 p.
- Rico, P. H. R.; Tapia, V. L. M.; Teniente, O. A.; González, A. A.; Hernández, M. M.; Solís, B. J. L. y Zamarripa, C. A. Guía para cultivar higuierilla (*Ricinus communis* L.). 2011. Folleto técnico Núm. 1. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Pacífico Centro. Campo Experimental Valle de Apatzingán. Apatzingán, Mich.

## PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO CON AGRICULTURA DE CONSERVACIÓN

Luis A. Noriega-González<sup>1§</sup>; Enrique Andrio-Enríquez<sup>1</sup>; Vianney Montoro-Torres<sup>1</sup>; Ma.  
Maricela Caballero-Palacio<sup>1</sup>; Erandi N. Vázquez<sup>1</sup>; Selene Galván-Gomez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Investigador del Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>§</sup>Autor de correspondencia: [noriega\\_gonza@hotmail.com](mailto:noriega_gonza@hotmail.com)

### RESUMEN

La labranza continua del suelo influye fuertemente en el ambiente físico-químico (disponibilidad de nutrientes, pH, porosidad, densidad aparente, dureza, infiltración de agua, etc.) y biológico del suelo (contenido de materia orgánica). La agricultura de conservación (AC) involucra menor perturbación, cobertura del suelo y secuencia de cultivos, que incrementan la rentabilidad; debido a que se reducen los costos de producción, además de generar beneficios ambientales. La presente investigación presenta como objetivos comparar las características físico-químicas del suelo después de cuatro años implementando AC. Los muestreos del suelo se desarrollaron en la Plataforma de investigación en las instalaciones del Tecnológico Nacional de México/ITRoque. Se realizó un análisis de suelo en tratamiento convencional y en AC, a dos profundidades de muestreo de 0-5 cm y de 5-30 cm. En base a los resultados de las propiedades físicas y químicas del suelo, se observó que la materia orgánica, se incrementa en el tratamiento con AC, en los dos estratos estudiados. En los primeros cinco centímetros de profundidad se incrementa un 41%, y en el estrato de los 5 a 30 cm, solo el 13%, esto comparado con el testigo. El pH, se acidificó en un 3 % con respecto al testigo en ambas profundidades y se incrementaron los niveles de P, K, (solo en el primer estrato), N y Zn en el tratamiento de AC.

*Palabras clave: Agricultura de conservación (AC), labranza, suelo, características físico-química*

### ABSTRACT

The continuous tillage of the soil strongly influences the physical-chemical environment (availability of nutrients, pH, porosity, bulk density, hardness, water infiltration, etc.) and soil biological (organic matter content). Conservation agriculture (CA) involves less disturbance, land cover and crop sequence, which increase profitability; because production costs are reduced, in addition generating environmental benefits. The present research aims to compare the physical-chemical characteristics of the soil after four years implementing CA. Soil sampling was carried out in the Research Platform at the facilities of the Tecnológico Nacional de México/ITRoque. A soil analysis was performed in conventional treatment and in CA, at two sampling depths of 0-5 cm and 5-30 cm. Based on the results of the physical and chemical properties of the soil, it was

observed that the organic matter is increased in the treatment with CA, in the two strata studied. In the first five centimeters of depth it increases by 41%, and in the stratum from 5 to 30 cm, only 13%, this compared to the control. The pH was 3% acidified with respect to the control at both depths and the levels of P, K (only in the first stratum), N and Zn in the treatment of CA were increased.

*Keywords: Conservation agriculture (CA), tillage, soil, physicochemical characteristics.*

## INTRODUCCIÓN

La estructura del suelo y su estabilidad desempeñan una función decisiva en una variedad de procesos físicos como la infiltración, retención de humedad, reducción de la erosión, resistencia mecánica a la penetración, desarrollo de raíces y aireación entre otros (Osuna *et al.*, 2006), por lo que su deterioro contribuye a la degradación del suelo, con la consecuente disminución de la producción agrícola y estabilidad ecológica (Huggins y Reganold, 2008).

La baja rentabilidad en el cultivo de maíz en condiciones de temporal se debe a múltiples factores entre los cuales se encuentran: los bajos rendimientos, provocados por el manejo inadecuado del sistema de producción y las precipitaciones escasas y des-uniformes; y los altos costos de insumos para la agricultura, estas condicionantes han incentivado en el productor el desinterés de seguir sembrando sus predios al grado de venderlos o bien rentarlos. La agricultura de conservación es una opción viable para revertir esta condición de rentabilidad debido a que se mejora el estatus del suelo, principal factor limitante para la producción; sin embargo la adopción de alternativas sustentables ha sido lenta, debido a hábitos muy arraigados como la quema de esquilmos (rastrojo) y el excesivo movimiento del suelo al preparar el terreno para la siembra (Govaerts, 2010; CIMMYT, 2012).

La agricultura de conservación AC, se centra en lograr un equilibrio adecuado de los beneficios agrícolas, económicos y ambientales (Bunderson *et al.*, 2013). La introducción a la AC fue un concepto para lograr una agricultura sostenible y rentable y, en consecuencia, con el objetivo de mejorar los medios de vida de los productores a través de la gestión integrada del suelo, el agua y los recursos biológicos junto con insumos aplicados externamente (Giler *et al.*, 1999).

Los atributos de crecimiento y rendimiento de cualquier cultivo están influenciados por muchos factores por encima y por debajo del suelo y una combinación de buenas condiciones da como resultado un mejor rendimiento. La mayoría de las investigaciones comentan que los parámetros de crecimiento y atributos de rendimiento del maíz no se ven significativamente influenciados por efecto a largo plazo de las prácticas de labranza, lo que significa que estos atributos están gobernados genéticamente (Gupta *et al.*, 2002; Ram, 2006; Afzalinia & Zabihi, 2013).

Teniendo en cuenta, el entorno físico del suelo es muy importante para comprender la variación del rendimiento debido a su efecto variable en el crecimiento de las plantas. El entorno físico es el

resultado de los efectos colectivos de la estructura, textura y consistencia del suelo. La labranza está dirigida a producir una buena labranza del suelo. Los impactos de la AC en el rendimiento de los cultivos pueden ser desiguales (Farooq *et al.*, 2011).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en las parcelas experimentales de la Plataforma de investigación MasAgro del Tecnológico Nacional de México-Roque, Campus Apaseo el Alto, Guanajuato. El suelo donde se experimenta con agricultura de conservación es del tipo vertisol. Se ha experimentado a través de cuatro años (2015, 2016, 2017 y 2018), con sistemas de labranza. Los tratamientos MM-CPA-D y convencional, fueron seleccionados y muestreados para implementar análisis físico-químicos del suelo en laboratorio, y poder observar las modificaciones a través del tiempo. El muestreo se desarrolló en zig-zag en dos estratos del suelo (0-5 y 5-30 cm), se colectaron 12 submuestras por repetición para obtener una muestra compuesta. Se utilizó una barrena pedológica sencilla (Figura 1), debido a que el muestreo se desarrolló al término del ciclo agrícola PV 2018, y en estos momentos la humedad del suelo era mínima y la dureza elevada.



Figura 1. Obtención de submuestras de suelo, por medio de barrena pedológica. Plataforma de Investigación del Instituto Tecnológico de Roque, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo P-V 2018.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados en las propiedades físicas y químicas del suelo, muestran que la materia orgánica, se incrementa en el tratamiento con AC, en los dos estratos estudiados. En los primeros cinco centímetros de profundidad se incrementa un 41%, y en el estrato de los 5 a 30 cm, solo el 13%, esto comparado con el sistema convencional, estos resultados coinciden con (Báez *et al.*, 2017),

donde se encontró que después de ocho años dejando residuos de cosecha, el porcentaje de materia orgánica se incrementó cerca del 2%, en el estrato de 0 a 5 cm. Para que ocurra un aumento de materia orgánica en el suelo a mayor profundidad se requiere mayor tiempo de cultivo, para que los procesos propios de lixiviación, intemperización, mineralización y humificación, entre otros, incidan en los horizontes más profundos (Báez *et al.*, 2017). El pH, se acidificó en un 3 % con respecto al testigo en ambas profundidades, este comportamiento también fue localizado por (Báez *et al.* 2017), y se incrementaron los niveles de P, K, (solo en el primer estrato), N y Zn en el tratamiento de AC, probablemente al reciclamiento natural aportado por los residuos de cosecha. Sin embargo, existe una reducción en Mg, S, Na, Mn, Cu y B (los tres últimos solo en el segundo estrato). La densidad aparente en el tratamiento de AC, presentó una ligera disminución (6.4%), lo cual indica que es un suelo que presenta mayor cantidad de poros; esta característica se ve reflejada en el incremento del porcentaje de saturación y capacidad de campo en un 3.9 y 7.8%, respectivamente; esta condición favorece a que el suelo presente mayor capacidad de retención de humedad. La conductividad hidráulica disminuyó un 6.1%, comparado en el sistema convencional, esta característica indica que el suelo manejado con AC, se encuentra menos compactado. Estos resultados concuerdan con Lipiec and stepniewski (1995) citados por Yadav *et al.* (2016), quienes indican que las prácticas de labranza afectan la absorción de nutrientes del maíz a través de cambios en las propiedades físicas básicas del suelo, es decir, aireación, conductividad hidráulica, densidad aparente y espacios total de poros, así como su efecto sobre el crecimiento de las raíces y su configuración. En la mayoría de los casos, la absorción de nutrientes se reduce por la compactación del suelo. De acuerdo con resultados de Sime *et al.* (2015), indican que en un experimento basado en la labranza y el manejo de nutrientes, observaron que la concentración de nutrientes en labranza de conservación fue significativamente menor que la labranza convencional. Sin embargo, Lavado *et al.* (2001); descubrieron que no había diferencias significativas en la concentración de macronutrientes en el sistema de cultivo de trigo y maíz, en las diferentes prácticas de labranza, sin embargo, la concentración de estos nutrientes se encontró ligeramente más alta en la labranza de conservación comparado con labranza convencional. En contraste con los autores anteriores, Hargrove (1985), descubrió que ninguna labranza presentó una redistribución y concentración de nutrientes del suelo en la superficie del suelo, en comparación con la labranza convencional. Del mismo modo Naresh *et al.* (2014), descubrió que la absorción de nitrógeno y fósforo fue significativamente mayor en maíz sembrado en camas permanentes que en labranza convencional, pero no existieron diferencias significativas para la absorción de potasio en las diferentes prácticas de labranza.

Los porcentajes de intercambio de bases para Ca se incrementan saliéndose de los valores óptimos (65-75). Para el caso de K existe un incremento en los primeros cinco centímetros de profundidad y en el segundo estrato disminuye, la primera condición es benéfica porque se mantiene en el nivel

óptimo de 5 a 7. Para el caso de Mg existe una reducción en ambas profundidades estudiadas, sin embargo, se mantienen estos valores dentro del rango óptimo (10-20). Fue sobresaliente encontrar la reducción del porcentaje de saturación en Na para ambos estratos, esto debido al aporte de materia orgánica al suelo. El porcentaje de cationes intercambiables disminuye ligeramente en el primer estrato, pero en el segundo se mantiene.

Cuadro 2. Características químicas del suelo con agricultura de conservación y testigo (práctica del productor). Plataforma de Investigación del Instituto Tecnológico de Roque, Apaseo el Alto, Guanajuato. Ciclo PV 2018.

Indicador ppm	MM-CC-D	Testigo	MM-CC-D	Testigo
	(0-5 cm)	(0-5 cm)	(5-30 cm)	(5-30 cm)
<b>P</b>	61	58.9	65.8	64
<b>K</b>	652	432	428	449
<b>N</b>	37.45	14.58	25.50	14.77
<b>Ca</b>	5017	5185	5433	5233
<b>Mg</b>	740	866	724	888
<b>S</b>	24.15	50.30	8.27	17.25
<b>Na</b>	14.9	23.6	24.4	31.0
<b>Fe</b>	7.63	7.63	7.15	6.88
<b>Zn</b>	1.37	0.43	32.73	1.12
<b>Mn</b>	5.62	4.46	1.76	4.08
<b>Cu</b>	0.89	0.81	0.67	0.94
<b>B</b>	0.81	0.73	0.66	0.97
<b>% Ca</b>	76.35	75.60	79.15	75.20
<b>% Mg</b>	18.50	20.80	17.35	21.05
<b>% k</b>	5.03	3.23	3.17	3.33
<b>% Na</b>	0.20	0.29	0.31	0.39
<b>pH</b>	7.22	7.44	7.44	7.62
<b>% M.O</b>	2.63	1.86	2.47	2.18
<b>CIC (meq/100gr)</b>	32.8	34.3	34.3	34.7

MM-CC-D= Sistema de agricultura de conservación (Se deja el 100% de rastrojo como cobertura del suelo, camas permanente anchas a 1.50 cm y con rotación maíz-maíz); Testigo= (No se deja rastrojo, monocultivo con maíz y el suelo es preparado con barbecho, dos pasos de rastra y surcado); %= Porcentajes de saturación de bases; CIC=

Capacidad de intercambio catiónico (miliequivalentes en 100 gramos de suelo); pH= Potencial de hidrogeno; % M.O= Porcentaje de materia orgánica.

## CONCLUSIONES

Los sistemas de labranza con agricultura de conservación mejoran la calidad física y química del suelo, al incrementar la retención de humedad (característica benéfica en condiciones de temporal), porosidad del suelo, el porcentaje de materia orgánica y la fertilidad química (característica que se logra por reciclamiento natural), condición que puede representar un ahorro significativo en los costos de producción por concepto de fertilización química.

Es necesario seguir prácticas de labranza apropiadas que eviten la degradación de la estructura del suelo, mantengan el rendimiento del cultivo y la estabilidad del ecosistema.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al proyecto MasAgro-Guanajuato del programa Modernización de la agricultura tradicional coordinado por CIMMYT, por brindar los recursos económicos para la realización de esta investigación.

## LITERATURA CITADA

- Afzalnia S. and Zabihi J. (2013) *Soil and Tillage Research*, 137, 1-6.
- Báez P. A., Limón O. A., González M. L., Ramírez B. C., Bautista C. A. 2017. Efecto de las prácticas de agricultura de conservación en algunas propiedades químicas de los vertisoles. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 8. Num. 4. ISSN: 2007-0934. PP 759-772
- Bunderson W.T., Eash N.S. and Rusinamhodzi L. (2013) *Field Crops Research*, 142, 47–57.
- CIMMYT. 2012. *Revista Enlace*, año III, número 10. El Batán, Texcoco, Estado de México. [www.cimmyt.org](http://www.cimmyt.org). <http://conservacion.cimmyt.org/> [editorial.cimmyt@gmail.com](mailto:editorial.cimmyt@gmail.com)
- Farooq M., Flower K.C., Jabran K., Wahid A. and Siddique K.H.M. (2011) *Soil and Tillage Research*, 117, 172–183.
- Giller K.E., Witter E., Corbeels M. and Tittonell P. (2009) *Field Crops Research*, 114, 23-34.
- Govaerts, I. B. (2010). Guanajuato y la Agricultura de Conservación, *Revista Enlace*, vol 2, núm. 1, septiembre, 44 pp.
- Gupta R.K., Fernando G.C., Paliwal S., Parbhakar S.V.K.R. and Srivastava A. (2002) In: *Proceedings of the eighth Asian Regional Maize Workshop*. 5–8 August, Bangkok, Thailand, Pp, 205–213.
- Hargrove W. (1985) *American Society of Agronomy*, 77(5), 763-768.
- Huggins D.R. and Reganold J. R. 2008. No-till: The Quiet Revolution. *Scientific American*. Pp. 71-77.

- Lavado R.S., Porcelli C.A. and Alvarez R. (2001) *Soil and Tillage Research*, 62, 55-60.
- Naresh R.K., Rathore R.S., Kumar P., Singh S.P., Singh A. and Shahi U.P. (2014) *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 84(6), 105-109.
- Osuna C. E., Figueroa S. B., Oleschko K., Flores D. Ma. de I., Martínez M. M y González C. F. V. 2006. Effect of soil structure on root growth of maize with two tillage systems. *Agrociencia* 40: 27-38.
- Ram H. 2006. *Ph.D. Thesis*, Punjab Agricultural University, Ludiana, Punjab, India.
- Sime G., Aune J.B. and Mohammed H. (2015) *Soil and Tillage Research*, 148, 20-30.
- Yadav M.R., Parihar C.M., Kumar Rakesh, Meena R.K., Verma A.P., Yadav R.K., Ram Hardev, Yadav Taramani, Singh Magan, Jat S.L., and Shama Arpita. (2016). Performance of maize under conservation tillage. *International Journal of Agriculture Science*. ISSN: 0975-3710 & E-ISSN: 0975-9107, Volume 8, Issue 39, pp. 1802-1805.

## **FISIOLOGÍA DE UN ECOTIPO DE BATATA (*Ipomea batatas* L.) EN EL MUNICIPIO DE PASCA, CUNDINAMARCA, COLOMBIA**

J. Camilo Cortez-Morales<sup>1\*</sup>; D. Mateo Gonzales-Varon<sup>1</sup>; Karol Lizarazo-Hernandez<sup>2</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante, Universidad de Cundinamarca (Colombia), <sup>2</sup>Docente, Universidad de Cundinamarca (Colombia),

<sup>3</sup>Docente, Tecnológico Nacional de México–Roque. \*Autor de correspondencia: [camilo-c81@hotmail.com](mailto:camilo-c81@hotmail.com)

### **RESUMEN**

De acuerdo a las potencialidades nutricionales y de uso que ofrece la planta de batata o camote (*Ipomea batatas* L.) en la alimentación humana, animal e industrial, se han desarrollado estrategias de investigación enfocadas a la determinación de los factores implícitos en el manejo, generación y conservación de variedades con características fenotípicas y genotípicas deseables en algunos países como Japón, EEUU, China, India entre otros. Esta especie se posiciona como el quinto alimento de importancia en los países desarrollados por sus características nutricionales, en la que contribuye a disminuir la desnutrición infantil. Por otro lado, la planta presenta diferente adaptabilidad a elementos edafoclimáticos, siendo así un cultivo versátil a las condiciones ambientales cambiantes. Con esta primicia se inicia el análisis de un ecotipo de batata en el municipio de Pasca, Cundinamarca, Colombia; para describir las características morfológicas, el análisis de la fisiología de la planta en los estadios vegetativos y reproductivos, haciendo uso de mediciones de variables directas de crecimiento. Con el propósito de establecer los tiempos del ciclo de cultivo y el manejo que se requiere para la obtención del producto de interés comercial que es la raíz tuberosa y en algunos casos el follaje. De esta forma, potencializar como un cultivo alternativo, generando un impacto positivo en la seguridad y la soberanía alimentaria de la región.

*Palabras claves: Morfología, fisiología, edafoclimatico, rendimiento, ecotipo.*

### **ABSTRACT**

According to the nutritional and use potential offered by the sweet potato plant (*Ipomea batatas* L.) in human, animal and industrial food, research strategies have been developed focused on determining the implicit factors in the management, generation and conservation of varieties with phenotypic and genotypic characteristics desirable in some countries such as Japan, USA, China, India among others. This species is positioned as the fifth food of importance in developed countries by its nutritional characteristics, which contributes to reducing child malnutrition. On the other hand, the plant has different adaptability to edafoclimatic elements, thus being a versatile crop to changing environmental conditions. With this first starts the analysis of an ecotype of sweet potato in the municipality of Pasca, Cundinamarca, Colombia; to describe the morphological characteristics, the analysis of the physiology of the plant in the stadiums vegetative and

reproductive, using measurements of variables directly from growth. With the purpose of establishing the times of the crop cycle and the management that is required to obtain the product of commercial interest that is the root tuberosa and in some cases the foliage. In this way, potentialize as an alternative crop, generating a positive impact on the security and food sovereignty of the region.

*Key words: Morphology, physiology, edafoclimatico, performance, ecotype*

## **INTRODUCCIÓN**

La planta (*Ipomea batatas* L. Lam) recibe varios nombres comunes, como lo es la Batata, Boniato o camote, esto depende de la región donde se cultive. Es una planta de la familia Convolvulaceae, originaria de la zona tropical de América, sobre las regiones de la península de Yucatán y el río Orinoco (Flórez *et al.*, 2016). Es una planta herbácea y perenne, aunque se cultiva como anual. Es muy apreciada por sus hojas verdes, lo cual tienen un gran contenido de vitaminas y minerales, la raíz tuberosa presenta varias formas y colores de la pulpa, dependiendo del ecotipo (García-Méndez *et al.*, 2016).

El cultivo presenta una gran adaptabilidad a terrenos marginales y el requerimiento agronómico es mínimo, fácil propagación y alta productividad. Entre otras características se adapta a espacios reducidos y es un producto promisorio en proyectos de energía alternativa, alimentación humana y animal. El cultivo de batata se siembra en 114 países y está clasificada dentro de los cinco cultivos esenciales en más de 50 países (Flórez *et al.*, 2016). La categoría de alimentos básicos de raíces y tubérculos a nivel mundial son la yuca, papa, ñame, malanga y entre estos la batata, lo cual ocupa el tercer lugar de la raíz tuberosa en producción y consumo en países con problemas de desnutrición y pobreza. De esta forma la batata es utilizada para atender temas de seguridad alimentaria en los países asiáticos y africanos, en especial variedades de pulpa de color naranja, por su alto contenido de betacarotenos con promotor de la vitamina A (García-Méndez *et al.*, 2016).

De esta forma, se analizará un ecotipo de batata en el Municipio de Pasca – Cundinamarca; con fin de determinar los impactos positivos que implica en el manejo de este cultivo, como este puede dar una mejora en la seguridad y la soberanía alimentaria en la región del Sumapaz. Con esta primicia se investiga la descripción, caracterización y formulación de un plan de manejo de este ecotipo, en los aspectos morfológicos y fisiológicos relacionados a los factores abióticos y bióticos que estén implícitos en el desarrollo y crecimiento de la planta, para establecer condiciones de rendimiento del cultivo.

## **ANÁLISIS DEL CULTIVO DE BATATA (*Ipomea batatas* L.) USOS E IMPORTANCIA DEL CULTIVO DE BATATA**

La planta de batata tiene grandes posibilidades para la alimentación humano, animal y componente en los procesos industriales. Donde se tienen variedades de preparaciones como producto alimenticio primario en los hogares, como el purés, asados, frituras, papilla para infantes y harina (Cusumano y Zamudio, 2012). La batata se ha utilizado para atender temas de seguridad y soberanía alimentaria en los países asiáticos y africanos, haciendo uso de variedades de pulpa naranja, los cuales se destaca por su alto contenido de betacarotenos y otros nutrientes, los cuales ayuda a abastecer la necesidades de nutricional de la población infantil. En el año 2011 el Centro Internacional de la Papa (CIP), lanzó la iniciativa de vitamina A para Africa, con el énfasis de promover estrategias y experiencias para impulsar variedades de pulpa naranja, ya que sus propiedades nutricionales genera soluciones para atender la problemática de la desnutrición en niños y mujeres embarazadas (García-Méndez *et al.*, 2016).

### **ORIGEN**

La batata (*Ipomea batatas* L.) es una planta de la familia Convolvulaceae, originaria de la zona tropical de América, sobre las regiones de la península de Yucatán y desembocadura del río Orinoco. Donde se distribuye la planta silvestre *I. trifida*, que ha emparentado con *I. batatas*, que está cercana al área geográfica de mayor diversidad de batata, en Perú (Flórez *et al.*, 2016). En estudios citogenéticos realizados por Srisuwan y colaboradores, demostraron que el pariente silvestre más relacionado es *I. trifida* y que a su vez es el progenitor de la batata (Linares *et al.*, 2008). Existen varias teorías sobre su domesticación; algunos investigadores determinan que el origen fue mesoamericano y otros el polinesio.

### **REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO**

La batata o camote puede crecer y desarrollarse en diferentes altitudes entre los rangos que van desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm (CIP, 2019). Las condiciones idóneas del cultivo de batata son una temperatura media durante el periodo de crecimiento superior a los 21 °C y temperatura mínima de crecimiento es 12 °C, un ambiente húmedo de (80-85 % HR) y buena luminosidad. Se adapta a suelos con distintas características físicas, pero el suelo favorable para su desarrollo es el arenoso, aunque se puede cultivar en los arcillosos con tal que la estructura este bien granulada y la plantación se haga en caballones, La textura ideal es francoarenosa (García-Méndez *et al.*, 2016).

La batata como especie cultivada y silvestre brindan una amplia variabilidad genética que se expresa en las diferentes adaptaciones a las condiciones ambientales tales como sequía, humedad, salinidad, tipo de suelo, resistencia a plagas y enfermedades, etc. (Tique *et al.*, 2009). La planta de

camote requiere menos insumos y mano de obra que otro cultivo como el maíz y tolera condiciones marginales de crecimiento (CIP, 2019).

El lugar de desarrollo del análisis del ecotipo de batata es en el municipio de Pasca Cundinamarca (Colombia), en la vereda Altagracia que se encuentra a una altitud de 2180 msnm y una temperatura promedio de 15,4 °C, la textura del suelo es franco arenoso. Donde las condiciones edafoclimatológicas han sido propicias para la adaptación de la especie hasta el momento.

### **MORFOLOGIA DE LA PLANTA DE BATATA**

Las variedades de batata se clasifican de acuerdo con las distintas particularidades morfológicas de la planta, como son la forma de hoja, tallo, tamaño, color, pulpa y consistencia de los tubérculos, de igual manera duración del ciclo del cultivo (García-Méndez *et al.*, 2016). Los tipos de hábito de crecimiento de la batata son erecto, semi -erecto, extendido y muy extendido. Los tallos ('bejucos' o 'guías'), Las hojas son simples y están arregladas alternadamente en espiral sobre los tallos y tienen diferentes formas, dependiendo de la variedad, la parte comercia de la batata son las raíces reservantes, el color de la pulpa puede ser blanca, crema, amarilla naranjada. La gran parte de los cultivares de la batata producen raíces reservantes en los nudos de los esquejes sembrados originalmente y están bajo tierra. Los cultivares de hábito rastrero forman raíces reservantes en algunos nudos de los tallos que están cercanos al suelo (Cusumano y Zamudio, 2012). Algunas de las características preliminares observadas en la morfología del ecotipo de batata que se pretende analizar son: es de hábito rastrero y las raíces reservantes se forman en los nudos de los tallos que están en contacto al suelo, sus hojas son de forma cordada y el color de la pulpa de la raíz reservante es blanca. Para la identificación de las características generales de la morfológica, se tendrá en cuenta los siguientes aspectos del sistema botánico para la batata de Huamán - CIP, en la caracterización del ecotipo como son: la forma, color de hojas y tallo, hábito de crecimiento, forma, tipos de formación, color de la pulpa y piel de las raíces reservante e inflorescencia.

### **DESARROLLO DE LA PLANTA DE BATATA**

**FASE INICIAL:** Existe un crecimiento lento del follaje y un rápido desarrollo de las raíces adventicias que aparecen de los nudos de la parte subterránea del tallo o esqueje.

**FASE INTERMEDIA:** Crecimiento rápido del follaje y un aumento del área foliar, a medida que el follaje empieza a declinar, la tasa de crecimiento de las raíces se incrementa con el engrosamiento de las raíces tuberosas.

**FASE FINAL:** El crecimiento del follaje se detiene y las raíces comienzan a aumentar de tamaño aceleradamente. La duración de las tres fases depende del cultivar y las condiciones ambientales (Cusumano y Zamudio, 2012).

El análisis desarrollo del ecotipo de batata, se llevará a cabo la identificación del estado fenológico de estas tres fases con su correspondiente duración. En el crecimiento se analizara variables de

medición directa como biomasa y área foliar, para realizar la determinación de la tasa de asimilación neta (TAN), tasa de crecimiento relativo (TCR) y tasa de crecimiento del cultivo (TCC) e índice de área foliar (IA). Con fin de identificar el rendimiento del cultivo, dependiendo de los factores de interacción con la planta.

## CONCLUSIÓN

La batata o el camote (*Ipomea batatas* L.), es un cultivo promisorio para las comunidades campesinas, ya que brinda una serie de oportunidades de uso de las cuales generan un mejoramiento en la calidad vida de las personas, tanto el cultivador como el consumidor. El cultivo de batata tiene una serie de características importantes fisiológicas y morfológicas, hace que la planta sea versátil ante los cambios ambientales, que es algo que influye bastante en el desarrollo y crecimiento de las plantas en la interacción genotipo ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Arrieta, H. S. (2017). Asociatividad estrategica de competitividad de los productores de batata del departamento de Sucre. Recuperado el 28 de septiembre de 2019 de <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0072912.pdf>
- Castillo- Matamoros,R; Brenes -Angulo,A;Esker,P; y Gómez-Alpízar,L. (2014). Evaluación agronómica de trece genotipos de camote (*Ipomoea batatas* L.). *Agronomía Costarricense*, 67-81.
- CIP.(2019).Batata International Potato. Recuperado el 30 de septiembre de 2019 de <https://cipotato.org/es/sweetpotato/>
- Cusumano, N y Zamudio, N. (2012). Programa Nacional Hortalizas, Flores y Aromáticas. Argentina:INTA.
- Flórez -Martínez,D.H; Contreras-Pedraza,C.A; Uribe,C.P . (2016). Perspectivas tecnológicas y comerciales para el cultivo de la batata en Colombia. Colombia: AGROSAVIA
- García-Méndez, A.D; Perez- Darniz, M.Y; García- Méndez, A; Madriz-Iztúriz,P.M. (2016). Caracterización postcosecha y composición química de la batata (*Ipomoea batatas* L.) Lamb.) variedad topera. *Agronomía Mesoamericana*,27(2):387-300.
- Huamán, Z. (1992). Botánica sistematica morfologica de la Batata . Peru:CIP.
- Linares,E; Ramirez, R.D;Pereda-Miranda,R. (2008). El camote. *Biodiversitas*,81:11-15.
- Tique,J; Chaves,B; y Zurita, J. H. (2009). Evaluación agronómica de diez clones promisorios CIP y dos materiales nativos de (*Ipomoea batatas* L.). *Agronomia colombiana*,27(2): 151-158.

## RENDIMIENTO DE MAÍZ CON SISTEMAS DE LABRANZA A TRAVÉS DEL TIEMPO

Luis A. Noriega-González<sup>1§</sup>; Enrique Andrio-Enríquez<sup>1</sup>; Vianney Montoro-Torres<sup>1</sup>; Ma. Maricela Caballero-Palacio<sup>1</sup>; Erandi N. García-Vázquez<sup>1</sup>; Selene Galván-Gomez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Investigador del Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>§</sup>Autor de correspondencia: [noriega\\_gonza@hotmail.com](mailto:noriega_gonza@hotmail.com)

### RESUMEN

La labranza es una de las operaciones agrotécnicas básicas en la agricultura debido a su influencia en las propiedades del suelo, el medio ambiente y el crecimiento de los cultivos. La agricultura de conservación (AC) involucra menor perturbación, cobertura del suelo y secuencia de cultivos, que incrementan la rentabilidad; debido a que se reducen los costos de producción, además de generar beneficios ambientales. La presente investigación presenta como objetivos evaluar el rendimiento de maíz con sistemas de labranza a través de cuatro años en condiciones de temporal. El trabajo experimental se estableció en la comunidad de la cuevita, en el municipio de Apaseo el Alto, Guanajuato, en instalaciones del Tecnológico Nacional de México/ITRoque, se probaron nueve tratamientos con sistemas de labranza y el diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con tres repeticiones. El análisis de varianza combinado detectó diferencias a  $p$  (0.01) en tratamientos y años. Los mayores rendimientos expresados en los tratamientos 2 y 8, fueron de 4.87 y 4.81 t ha<sup>-1</sup>, y se presentaron en los sistemas con camas permanentes angostas, con el 100% de rastrojo como cobertura del suelo, en monocultivo y con rotación de cultivo, respectivamente. Es necesario seguir prácticas de labranza apropiadas que eviten la degradación de la estructura del suelo, mantengan el rendimiento del cultivo y la estabilidad del ecosistema.

*Palabras clave: Agricultura de conservación (AC), labranza, rendimiento, sistemas de labranza*

### ABSTRACT

Tillage is one of the basic agrotechnical operations in agriculture due to its influence on soil properties, the environment and crop growth. Conservation agriculture (CA) involves less disturbance, soil cover and crop sequence, which increases profitability; because production costs are reduced, in addition to generating environmental benefits. The present research aims to evaluate the yield of corn with tillage systems through four years in temporary conditions. The experimental work was established in the community La Cuevita, in the municipality Apaseo el Alto, Guanajuato, in facilities of the Tecnológico Nacional de México-Roque, nine treatments with tillage system were tested and the experimental design used was randomized complete blocks with three repetitions. The combined variance analysis detected differences at  $p$  (0.01) in treatments and years. The highest yields expressed in treatments 2 and 8, were 4.87 and 4.81 t ha<sup>-1</sup>, and were

presented in systems with narrow permanent beds, with 100% stubble as soil cover, in monoculture and with crop rotation respectively. It is necessary to follow appropriate tillage practices that avoid degradation of soil structure, maintain crop yield and ecosystem stability.

**Keywords:** *Conservation agriculture (CA), tillage, yield, tillage systems*

## **INTRODUCCIÓN**

La baja rentabilidad en el cultivo de maíz en condiciones de temporal se debe a múltiples factores entre los cuales se encuentran: los bajos rendimientos, provocados por el manejo inadecuado del sistema de producción y las precipitaciones escasas y des-uniformes; y los altos costos de insumos para la agricultura, estas condicionantes han incentivado en el productor el desinterés de seguir sembrando sus predios al grado de venderlos o bien rentarlos. La agricultura de conservación es una opción viable para revertir esta condición de rentabilidad debido a que se mejora el estatus del suelo, principal factor limitante para la producción; sin embargo la adopción de alternativas sustentables ha sido lenta, debido a hábitos muy arraigados como la quema de esquilmos (rastrojo) y el excesivo movimiento del suelo al preparar el terreno para la siembra (Govaerts, 2010; CIMMYT, 2012).

El maíz es un cultivo clave para México, con un consumo promedio diario per cápita de 343 gramos, 72 % del total de cereales consumidos en el país (FAOSTAT, 2010). De acuerdo al SIAP (2019), en el estado de Guanajuato el cultivo de maíz presento una superficie sembrada de 260,009 ha en el ciclo PV 2018, con una producción de 455,981 toneladas bajo condiciones de temporal, observándose un rendimiento promedio por hectárea de 1.787, condición muy similar con respecto al año 2017.

La labranza de conservación AC es el uso de prácticas agrícolas que tienen alteraciones mínimas del suelo, Sarker *et al.* (2012) citados por Paramu *et al.* (2016). La agricultura de conservación es un sistema de cultivo donde hay una cobertura con residuos de cosecha permanente, una mínima perturbación del suelo y donde se practica la rotación de cultivos (Act *et al.*, 2003). También incluye el uso de cultivos de cobertura como medida para mejorar el suelo (Mariki, 2003). Los pequeños agricultores de escasos recursos que han adoptado los métodos de labranza de conservación, han experimentado la reducción de insumos laborales y el trabajo pesado como impulsores principales para la adopción (Landers *et al.*, 2002). Los tres pilares de las prácticas agrícolas de conservación son sostenibles y ecológicos, conservando los recursos de la naturaleza como los nutrientes del suelo y el agua (Chauhan *et al.*, 2012). La agricultura de conservación también es conocida por mejorar los rendimientos de los cultivos, reducir la erosión del suelo, mejorar la fertilidad del suelo y reducir los requisitos de mano de obra (Giller *et al.*, 2009).

La AC, se centra en lograr un equilibrio adecuado de los beneficios agrícolas, económicos y ambientales (Bunderson *et al.*, 2013). La introducción a la AC fue un concepto para lograr una

agricultura sostenible y rentable y, en consecuencia, con el objetivo de mejorar los medios de vida de los productores a través de la gestión integrada del suelo, el agua y los recursos biológicos junto con insumos aplicados externamente (Giler *et al.*, 1999). En base a lo anterior el objetivo de la presente investigación fue evaluar el rendimiento del cultivo de maíz con sistemas de labranza en condiciones de temporal.

## MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó bajo condiciones de temporal, en las parcelas experimentales de la Plataforma de investigación MasAgro del Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque, Campus Apaseo el Alto, Guanajuato. El suelo donde se experimenta es del tipo vertisol y la variedad de maíz empleada fue VS322. Se ha experimentado a través de cuatro años (2015, 2016, 2017 y 2018), con sistemas de labranza. El año 2014, se inició con el acondicionamiento del suelo, de acuerdo a resultados del diagnóstico. Antes de la siembra, se reformaron camas de siembra permanentes, y se realizó una roturación vertical, utilizando una “T” invertida, posteriormente se efectuó la siembra con sembradora de precisión.



Figura 1. Sembradora de precisión (Bajío) neumática modelo SD-2011-DSCF-2

El manejo de plagas y malezas se atendió de forma integral y la nutrición del cultivo se ha basado en un análisis de suelo e implementada de forma balanceada. Los tratamientos estudiados se describen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados con sistemas de labranza, evaluados a través de cuatro años.

Trat	Abreviatura	Rotación	Práctica de labranza	Manejo de rastrojo
1	MM-CP-R	Maíz-Maíz	Camas angostas permanentes	Sin residuo
2	MM-CP-D	Maíz-Maíz	Camas angostas permanentes	Deja (100%)
3	MM-CPA-R	Maíz-Maíz	Camas anchas permanentes	Sin residuo
4	MM-CPA-D	Maíz-Maíz	Camas anchas permanentes	Deja (100%)

5	MF-CP-D	Maíz-Frijol	Camas angostas permanentes	Deja (100%)
6	MF-CPA-D	Maíz-Frijol	Camas anchas permanentes	Deja (100%)
		Maíz-Maíz-Frijol-		
7	MMF-CPA-R	Maíz-Frijol	Camas anchas permanentes	Sin residuo
8	MF-CP-D	Maíz-Frijol	Cama angosta permanente	Deja (100%)
9	MM-LC-R	Maíz – Maíz*	Camas angostas, labranza convencional	Sin residuo

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza combinado a través de años encontró diferencias a p (0.01) en tratamientos y años. Los rendimientos promedios fluctuaron entre 2.58 (Labranza convencional) a 4.87 (tratamiento 2) t ha<sup>-1</sup>. La media del experimento para esta variable fue de 3.79 t ha<sup>-1</sup> y esta fue superada por los tratamientos 2, 8, 6 y 4. Los mayores rendimientos expresados fueron de 4.87 y 4.81 t ha<sup>-1</sup>, y se presentaron en los sistemas con camas permanentes angostas, con el 100% de rastrojo como cobertura del suelo, en monocultivo y con rotación de cultivo, respectivamente (Figura 2). El promedio de estos rendimientos (4.84 t ha<sup>-1</sup>) superan al testigo en un 87.6%; los tratamientos en camas angostas generan en promedio un incremento en el rendimiento del 8.5% con respecto a los tratamientos en camas anchas, cuando se deja el rastrojo como cobertura y la rotación del cultivo en los sistemas con diferente tipo de cama de siembra, generó un incremento en rendimiento del 32.7% en comparativa al monocultivo. De acuerdo con Sime *et al.* (2015), el rendimiento en maíz se incrementó entre un 14 y 19% bajo el sistema de rotación maíz-trigo, en comparativa con la labranza convencional. Por otro lado Aquino (1998), informo que los agricultores del valle del Yaqui obtuvieron rendimientos de maíz superiores a un 8%, y una reducción del 15% en los costos de producción, con sistemas de siembra en cama permanente en comparación con los sistemas convencionales. Sin embargo Srivastava (2005), afirmo que la siembra de maíz en agricultura de conservación se comportó mejor que el sistema de agricultura convencional en un suelo franco arenoso en términos de rendimiento y productividad. También Torbert (2001), después de un estudio a largo plazo basado en labranza, comento que el rendimiento en Texas, responde positivamente a la siembra de maíz en hilera sencilla, en cama permanente o agricultura de conservación. Del mismo modo en un experimento en Ludhiana (India), se encontró un rendimiento de grano aproximadamente superior al 25% con siembra en cama permanente comparado con la siembra directa (Kaur & Mahey, 2005).

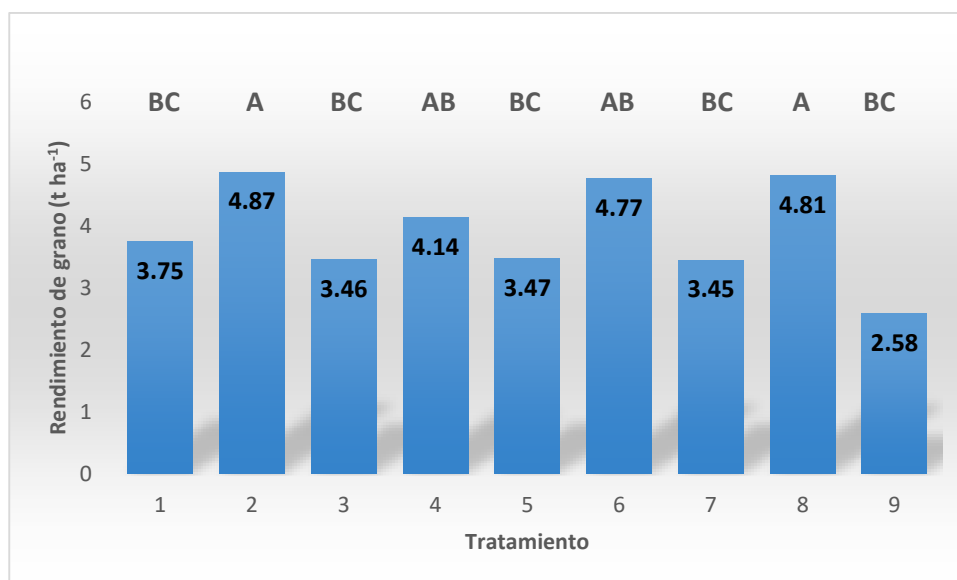


Figura 2. Rendimientos promedios de maíz (grano) en nueve sistemas de labranza. Datos obtenidos de cuatro años consecutivos.

## CONCLUSIONES

El mejor tratamiento en base al rendimiento de grano y beneficio costo a través de cuatro años, es aquel que se estableció en camas permanentes angostas, con el 100% del rastrojo como cobertura del suelo y en monocultivo con maíz.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece al proyecto MasAgro-Guanajuato del programa Modernización de la agricultura tradicional coordinado por CIMMYT, por brindar los recursos económicos para la realización de esta investigación.

## LITERATURA CITADA

- ACT C, & FAO RG. 2003. Conservation Agriculture, The future for Africa.
- Aquino P. 1998. *Wheat Special Report No. 17A*, CIMMYT, Mexico, pp, 37-38.
- Bunderson WT, Eash NS and Rusinamhodzi L. 2013. *Field Crops Research*, 142, 47–57.
- Chauhan, BS, Singh RG, & Mahajan, G. 2012. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: a review. *Crop Protection*, 38, 57-65. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cropro.2012.03.010>
- CIMMYT. 2012. Revista Enlace, año III, número 10. El Batán, Texcoco, Estado de México. [www.cimmyt.org](http://www.cimmyt.org). <http://conservacion.cimmyt.org/> [editorial.cimmyt@gmail.com](mailto:editorial.cimmyt@gmail.com)
- FAOSTAT. 2010. *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. [En línea] Available at: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Giller KE, Witter E, Corbeels M and Tittonell P. (2009). *Field Crops Research*, 114, 23-34.
- Govaerts, IB. 2010. Guanajuato y la Agricultura de Conservación, Revista Enlace, vol 2, núm. 1, septiembre, 44 pp.
- Kaur T and Mahey RK. 2005. *Indian Journal of Environment and Ecoplanning*, 10(4), 373–376.

- Landers JN, Saturnino HM & de Freitas PL. 2002. Organizational and Policy Considerations in Zero Tillage, in Saturnino H M and Landers J N (eds) *The Environment and Zero Tillage*, Brazil: Associacao de Plantio no Cerrado, Brasilia.
- Mariki W. 2003. The Impact of Conservation Tillage and Cover Crops on Soil Fertility and Crop Production in Karatu and Hanag Districts of Northern Tanzania, TFSC/GTZ Technical Report for 1999 – 2003, Arusha: TFSC
- Paramu M, Obert J & Mutondwa P. 2016. Evaluation of tillage practice for maize (*Zea mays*) Grown different land-use systems in Eastern Zambia. *Sustainable Agriculture Research*. ISSN 1927-050X & E-ISSN 1927-0518, Vol. 5, No. 1. Pp. 10-23.
- Sime G, Aune JB and Mohammed H. 2015. *Soil and Tillage Research*, 148, 20-30.
- Srivastava AC, Jat ML, Zaidi PH, Rai HK, Gupta RK, Sharma SK and Srinivasan G. 2005. In: *Proceeding of 9th Asian Regional Maize Workshop*. 5–9 September, Beijing, China, pp. 25–26
- Torbert HA, Potter KN and Morrison JE. 2001. *Agronomy Journal*, 93, 119–124.

## **EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE HONGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES (HMA) SOBRE LA PRODUCCIÓN DE PAPA**

José Antonio Ramírez-Ramírez<sup>2§</sup>; Oscar Arath Grageda-Cabrera<sup>1</sup>; Sarahyt Gonzalez-Figueroa<sup>2</sup>;

Sarahí Figueroa-Pérez<sup>2</sup>; Rosa María Ceballos-Noriega<sup>3</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>INIFAP-Campo Experimental Bajío, <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, Universidad de Guanajuato-Celaya.

§ Autor de correspondencia: [antonio\\_saul@hotmail.com](mailto:antonio_saul@hotmail.com)

### **RESUMEN**

La producción de papa en la región de “El Bajío” se realiza en condiciones de riego y se aplican altas dosis de fertilización, por lo que es necesario encontrar alternativas para incrementar la eficiencia en la asimilación de nutrimentos y agua. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de cuatro consorcios de HMA en la producción de papa. El experimento se estableció en condiciones de invernadero con un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones; se evaluaron seis tratamientos: dos testigos (100% y 50% de fertilización sin inoculación con HMA) y cuatro inoculados con consorcios de HMA (MD50, MC50, MI50, MJ50) fertilizados al 50%, la fertilización al 100% fue 200-300-200 (N-P-K). Las variables evaluadas fueron: número de tallos (NT), grosor de tallos (GT), altura (ALT), índice de clorofila (IC), peso fresco aéreo (PFA), peso seco aéreo (PSA), número de tubérculos (NTU), peso de tubérculos (PTU) y peso promedio de tubérculos (PPTU). Los resultados mostraron diferencias altamente significativas entre los tratamientos en las variables NT, GT, ALT, IC, PSA, PTU y PPTU, diferencias significativas en la variable NTU y en la variable PFA no se observaron diferencias significativas. Los tratamientos inoculados con MC50 y MJ50 incrementaron en un 29.4% el número de tubérculos con respecto al testigo 100% fertilizado sin inoculación. Las colectas MC50 y MD50 igualaron el peso y el tamaño del tubérculo del testigo 100% fertilizado, a pesar de que se fertilizaron al 50%. La inoculación con HMA igualó la producción y calidad del cultivo de papa reduciendo la fertilización en un 50%.

**Palabras clave:** *Solanum tuberosum*, Hongos micorrízicos, Inoculación, Biofertilizantes.

### **ABSTRACT**

Potato production in the Guanajuato region known as “El Bajío” is carried out under irrigation conditions and high doses of fertilization, so it is necessary to find alternatives to increase the efficiency in the assimilation of nutrients and water, one alternative use of biofertilizers, especially those made from arbuscular mycorrhizal fungi (AMF). The objective of this work was to evaluate the effect of four AMF collections on potato production. The experiment was established in greenhouse conditions with a completely randomized experimental design with three repetitions;

Six treatments were evaluated: two controls (100% and 50% fertilization without inoculation with AMF) and four inoculated with AMF strains (MD50, MC50, MI50, MJ50) 50% fertilization, 100% fertilization was 200- 300-200 (NPK). The variables evaluated were: number of stems (NT), thickness of stems (GT), height (ALT), chlorophyll index (IC), aerial fresh weight (PFA), aerial dry weight (PSA), number of tubers (NTU), tuber weight (PTU) and average tuber weight (PPTU). The results showed highly significant differences between the treatments in the variables NT, GT, ALT, IC, PSA, PTU and PPTU, significant differences in the NTU variable and in the PFA variable no significant differences were observed. The treatments inoculated with MC50 and MJ50 increased the number of tubers by 29.4% compared to the 100% fertilized control without inoculation. The MC50 and MD50 collections matched the weight and size of the 100% fertilized control tuber, even though they were 50% fertilized. Inoculation with HMA matched the production and quality of the potato crop by reducing fertilization by 50%.

**Keywords:** *Solanum tuberosum*, Mycorrhizal fungi, Inoculation, Production, Biofertilizers.

## INTRODUCCIÓN

La papa está ubicada entre los cuatro cultivos de mayor importancia en el mundo, después del arroz (*Oriza sativa* L.), trigo (*Triticum aestivum* L.) y maíz (*Zea mays* L.), con una producción de 320,711,961 t, de las cuales 169,477,301 son producidas en Asia, Oceanía, África y América Latina (FAOSTAT, 2008). En México se siembran 63,893 ha; 65 % se ubican en condiciones de riego con rendimientos promedio de 29.5 t ha<sup>-1</sup> y 35% corresponde a condiciones de temporal, cuyos rendimientos promedio son de 16.5 t ha<sup>-1</sup>. De la producción total (1, 780,350 t), el 17, 25 y 58 % son destinados para semilla, industria y consumo en fresco, respectivamente, con 16.2 kg de consumo *per cápita*. Los principales estados productores son Sinaloa, Sonora, Chihuahua, Estado de México, Puebla, Nuevo León, Veracruz, Guanajuato y Michoacán (CONPAPA, 2010).

El cultivo de la papa requiere grandes dosis de fertilización. Se utilizan 180-200-150 kg ha<sup>-1</sup> como N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O. El costo de producción es de \$ 46,067.26 ha<sup>-1</sup>, de los cuales el 60% corresponde a gastos de fertilización (Chihuahua, 2015). Por lo cual, es necesario implementar estrategias agronómicas sustentables, entre ellas se encuentra la utilización de biofertilizantes, dentro de éstos se encuentran aquellos que forman una simbiosis llamada micorriza, los que destacan en la agricultura son los Hongos Micorrízicos Arbusculares (HMA) (Hernández, 2017).

En la agricultura, los efectos beneficiosos de los HMA son bien conocidos. Si bien el 80% de las plantas terrestres son capaces de formar micorrizas, se considera que dicha asociación no tiene especificidad taxonómica. Sin embargo, varias evidencias han mostrado que la diversidad de HMA puede influir en la productividad y diversidad de las comunidades vegetales, así como en las

relaciones competitivas y funcionamiento general de los ecosistemas naturales (Lovera y Cuenca, 2007).

La producción y adopción del uso de inoculantes es fundamental para aumentar la eficiencia de absorción de nutrimentos y agua que requieren los cultivos para que sea posible disminuir las dosis de fertilización y cantidad de agua. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue estudiar los efectos de la inoculación con HMA en el cultivo de papa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Se instaló un experimento bajo un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de una maceta que contenía 5 kg de sustrato (arena-tierra lama-peat moss 1:2:1) con una densidad de siembra de 1 planta. Se establecieron cuatro tratamientos y dos testigos (Cuadro 1). Se utilizó la variedad de papa Fiana.

**Cuadro 1.** Descripción tratamientos usados en la investigación.

Tratamiento	Descripción	Clave
1	Testigo 100% fertilizado sin HMA	T100
2	Testigo 50% fertilizado sin HMA	T50
3	M Daniel 50% fertilizado	MD50
4	M Campeche 50% fertilizado	MC50
5	M INIFAP 50% fertilizado	MI50
6	M Joyas 50% fertilizado	MJ50

Las variables evaluadas fueron: número de tallos (NT), grosor de tallo (GT), altura (ALT), índice de clorofila (IC), peso fresco aéreo (PFA), peso seco aéreo (PSA), número de tubérculos (NTU), peso de tubérculos (PTU) y peso promedio de tubérculos (PPTU). La cosecha se realizó a los 58 días después de la siembra (dds), dos días después de cortar el follaje con la finalidad de estimular al tubérculo a engrosar la epidermis y evitar la oxidación.

Los datos se analizaron estadísticamente siguiendo el procedimiento estándar de análisis de varianza y la diferencia significativa entre medias se determinó a  $p \geq 0.05$  por la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS) (SAS Institute 9.3, 2014).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Cuadro 2 se observa la comparación de medias de las variables altura e índice de clorofila, ambas fueron cuantificadas antes de la cosecha. Para altura, los tratamientos MC50 y MI50

igualaron estadísticamente al testigo 100% fertilizado, aun cuando estos tratamientos sólo fueron fertilizados al 50%, este comportamiento ha sido observado en muchos de los cultivos de interés agrícola inoculados con HMA (Alvarado *et al.*, 2014); Moreno (1988), indica que los beneficios en el crecimiento y altura de papa están en relación directa con los niveles de infección de las raíces, ya que los HMA facilitan la obtención de nutrimentos. Para el índice de clorofila, el tratamiento MD50 mostró valores estadísticamente mayores que el testigo 100% fertilizado, este índice nos indica el nivel de verdor de la planta el cual es proporcional al contenido de pigmentos fotosintéticos (Rodríguez *et al.*, 1998).

**Cuadro 2.** Comparación de medias de las variables altura e índice de clorofila en planta de papa variedad Fiana, evaluada en invernadero en el INIFAP-CEBAJ.

Tratamiento	ALTURA (cm)	Índice de Clorofila (Unidades Spad)
T100	47.66 a	39.60 b
T50	42.33 bc	36.16 d
MD50	39.33 c	43.56 a
MC50	46.33 ab	37.90 c
MI50	45.33 ab	38.10 bc
MJ50	40.00 c	38.30 bc
DMS	4.02	1.64

\* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS  $p < 0.05$ .

En la Cuadro 3 se muestra la comparación de medias para las variables NT y GT. En NT los tratamientos MD50 y MC50 mostraron los valores más altos, siendo estadísticamente mayores que los testigos 100 y 50% fertilizados, la variable NT es directamente proporcional al área foliar (Vázquez y Torres, 2006), por lo tanto, la fotosíntesis neta es mayor y se ve reflejada en el crecimiento de la planta, generando mayor número de estolones. Por otro lado, el NT está influenciado por el número de yemas que hayan brotado del tubérculo (Montaldo, 1984); para la variable GT el tratamiento MC50 superó en un 60 y 42% a los testigos 100 y 50% fertilizados, respectivamente; esta variable es importante ya que al ser mayor, aumenta el contenido vascular (floema y xilema) empleado para el transporte de agua, nutrimentos y fotosintatos (Poleman *et al.*, 1989).

**Cuadro 3** Componentes de Número de tallos (NT) y Grosor de tallos (GT) en planta de papa variedad Fiana evaluada en invernadero. INIFAP-CEBAJ.

Tratamiento	NT	GT (cm)
T100	3.0 bc	0.63 b
T50	3.3 b	0.56 b
MD50	04:00 a.m.	0.66 b
MC50	04:00 a.m.	0.90 a
MI50	2.3 c	0.63 b
MJ50	3.3 b	0.60 b

DMS

0.74

0.11

\* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS  $p < 0.05$ .

Cuando el cultivo de papa es fertilizado en exceso se observa un crecimiento foliar excesivo, retrasando la formación de tubérculos y disminuyendo el rendimiento (Marouani y Harbeoui, 2016).

En la Cuadro 4 se muestra la comparación de medias para las variables PFA y PSA, para PFA todos los tratamientos son estadísticamente iguales, el crecimiento de la planta se da debido al aumento en la absorción de N y P (Blanco y Salas, 1997); para PSA, el tratamiento MC50 igualó estadísticamente al testigo 100% fertilizado y superó a los demás tratamientos, por lo que la inoculación con este consorcio promovió la acumulación de biomasa aérea en el cultivo aun y cuando solo fue fertilizado al 50%; por su parte Berdugo (2009), encontró que el uso de HMA en la agricultura contribuye a mejorar el nivel nutricional de la planta repercutiendo en mayor masa seca. Los tratamientos con menor acumulación de biomasa seca fueron el testigo 50% fertilizado y MJ50, no todos los consorcios mostraron el mismo efecto sobre el cultivo.

**Cuadro 4.** Componentes de Peso fresco aéreo (PFA) y Peso seco aéreo (PSA) en planta de papa variedad Fiana evaluada en invernadero. INIFAP-CEBAJ.

Tratamiento	PFA (g)	PSA (g)
T100	138.57 ns	15.60 a*
T50	131.57 ns	12.63 cd
MD50	137.90 ns	13.16 bc
MC50	130.27 ns	14.50 ab
MI50	123.20 ns	12.93 bc
MJ50	119.23 ns	11.20 d
DMS	28.32	1.73

\* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS  $p < 0.05$ .

En la Cuadro 5 se muestra la comparación de medias para las variables NTU, PTU y PPTU; se observa que para NTU los tratamientos MC50 y MJ50 superaron al testigo 100% fertilizado, confirmando lo dicho por Teran (1995), que la producción de tubérculos está relacionado con el grosor de tallo, la planta necesita de una estructura morfo-anatómica que permita una mayor eficiencia en la difusión de CO<sub>2</sub> a través de una densidad estomática y tejido vascular (floema) para la distribución de los fotosintatos hacia los tubérculos. En PTU los tratamientos MD50 y MC50 mostraron valores superiores al testigo 100% fertilizado. Hernández (2017), al evaluar HMA en el cultivo de trigo identificó tratamientos 50% fertilizados e inoculados que igualaban o superaban el peso total del grano del tratamiento 100% fertilizado sin inoculación; además, se confirma lo dicho por Gómez (2017), que a medida que se incrementa el número de tallos aumenta el número de tubérculos por planta. Los valores obtenidos en MD50 y MC50 tienen similitud a lo reportado por Blanco y Salas (1997), los cuales mencionan que las MHA se presentan como mejoradores de la nutrición de las plantas. Los resultados también coinciden con los reportados por Moreno (2015),

el cual evaluó diferentes inoculantes en el cultivo de trigo y una cepa de HMA superó al testigo 100% fertilizado en peso de grano y peso total, los HMA forman un vínculo entre la planta y el suelo, por su extenso micelio extra radical las plantas micorrizadas presentan ventajas en cuanto a la absorción de nutrimentos de poca movilidad (como el P) (Berdugo, 2009). Finalmente, en PPTU los tratamientos MD50 y MC50 superaron estadísticamente al testigo 100% fertilizado.

**Cuadro 5.** Comparación de medias para los componentes de Número de tubérculos (NTU), Peso de tubérculos (PTU) y Peso promedio de tubérculos (PPTU) en planta de papa variedad Fiana evaluada en invernadero. INIFAP-CEBAJ.

Tratamiento	NTU	PTU (g)	PPTU (g)
T100	11.33 c	135.60 ab	11.96 a
T50	12.00 bc	69.68 c	5.93 c
MD50	13.00 bc	153.60 a	11.86 a
MC50	13.66 ab	136.16 ab	9.93 ab
MI50	13.33 bc	125.76 b	9.46 b
MJ50	15.66 a	118.80 b	7.63 bc
DMS	2.04	18.80	2.31

\* Valores con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS  $p < 0.05$ .

## CONCLUSIONES

El cultivo de papa respondió favorablemente a la inoculación de HMA. El grado de respuesta fue variable y dependió de la colecta utilizada. Los tratamientos inoculados con MC50 y MJ50 incrementaron en un 29.4% el número de tubérculos con respecto al testigo 100% fertilizado sin inoculación. Las colectas MC50 y MD50 igualaron el peso y el tamaño del tubérculo del testigo 100% fertilizado, a pesar de que se fertilizaron al 50%. La inoculación con HMA igualó la producción y calidad del cultivo de papa reduciendo la fertilización en un 50%.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, C. M., Díaz F. A., Peña del Río, M. D. A. 2014. Productividad de tomate mediante micorriza arbuscular en agricultura protegida. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas. 5 (3): 513-518.
- Berdugo, S. E. B. 2009. El uso de hongos micorrízicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. *INGRESAR A LA REVISTA*, 7(1), 123-132.
- Blanco, A. F. y Salas, A. E. 1997. Micorrizas en la agricultura: contexto mundial e investigación realizada en Costa Rica; *Agronomía Costarricense*. Obtenido de <http://www.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Micorrizas%20y%20nutricion%20mineral.pdf>.
- Chihuahua, G. D. 2015. Analisis de Competitividad. Gobierno del estado de Chihuahua. Obtenido de <http://www.chihuahua.gob.mx/attach2/sdr/uploads/File/papa.pdf>.
- CONPAPA. 2010. Conferencia Nacional de Productores de Papa de la República Mexicana. Obtenido de <https://www.conpapa.org.mx>.

- FAOSTAT. 2008. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. Obtenido de [www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/cultivo.html](http://www.fao.org/potato-2008/es/lapapa/cultivo.html)
- Gómez, B. Y. 2017. Efecto del número de tallos en el crecimiento y rendimiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) cultivar Royal. Tesis para aspirar al título de Ingeniera Agrónomo. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Agronomía.
- Hernández, A. 2017. Evaluación de Hongos Vesículo Arbusculares (HVA) en la producción del cultivo de trigo. Titulación integral de tesis. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias INIFAP-CEBAJ.
- Lovera, M., y Cuenca, G. 2007. Diversidad de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) y potencial micorrízico del suelo de una sabana natural y una sabana perturbada de la gran sabana, Venezuela. *Interciencia*, 32(2), 108-114.
- Marouani, A., y Harbeoui, Y. 2016. Eficiencia de uso de nitrógeno en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Acta agronómica*, 65(2), 164-169.
- Montaldo, A. 1984. Cultivo y Mejoramiento de la Papa. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Costa Rica.
- Moreno, D. P. 1988. Inoculación de Micorrizas MVA en papa (*Solanum tuberosum*) respuesta en el crecimiento y nutrición de plantas inoculadas en invernadero y en campo. *Revista Latinoamericana de la Papa* 1, p. 84-103
- Moreno D. P. 2015. Efecto de los biofertilizantes sobre la eficiencia de la asimilación de nutrientes. 76: 32-71 p.
- Rodríguez-Mendoza, M. D. L. N., Alcántar González, G., Aguilar Santelises, A., Etchevers Barra, J. D., y Santizó Rincón, J. A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra Latinoamericana*, 16(2).
- Teran, S. G. E. 1995. Evaluación de características morfofisiológicas y de productividad de papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad alpha proveniente de diferentes condiciones agrotecnológicas. Tesis. Universidad Autónoma de Nuevo León facultad de Ciencias Biológicas División de Postgrado.
- Vázquez, B. y Torres, E. G. S. 2006. Fisiología Vegetal II. Editorial Félix Varela. Tercera edición. Ciudad de la Habana. p. 51 pp 349.

## COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE NUEVAS VARIEDADES EXPERIMENTALES DE PIMIENTO MORRÓN EN INVERNADERO

Maria Alejandra Soria-Páramo<sup>1</sup>; Davino Pérez-Mendoza<sup>2</sup>; Jesús Frías Pizano<sup>2</sup>; Estéfana Alvarado-Bárceñas<sup>2</sup>; A. Adolfo Estrada-Luna<sup>3</sup>; Francisco Chablé-Moreno<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Agronomía TecNM-Roque, <sup>2</sup>Profesor Investigador TecNM-Roque, <sup>3</sup>Investigador CINVESTAV, Irapuato. §Autor de correspondencia: [fchable4oct@hotmail.com](mailto:fchable4oct@hotmail.com)

### RESUMEN

El objetivo del trabajo consistió en evaluar el comportamiento agronómico de nuevas variedades de pimiento morrón. En México este cultivo se consume en fresco o agregado en platillos gastronómicos, tiene uso en el sector industrial y medicinal. Su problemática productiva en invernadero, es su bajo rendimiento y alto costo de inversión. Por ello las empresas sin innovación disminuyen su crecimiento comercial y su competitividad en el sector, así otras empresas amplían sus mercados agrícolas. Las semillas empleadas en México son híbridos o variedades ofertadas por compañías transnacionales. El mejoramiento genético y liberación de nuevas variedades permite incrementar la producción, al seleccionar plantas de ciclo precoz con floración de 35 - 45 días después del trasplante (ddt), la fructificación a los 75 - 150 (ddt), ambas son metas ambiciosas. El experimento se estableció en un invernadero, en Agropark, estado de Querétaro. Se evaluaron tres variedades experimentales: Ocelot (Fruto rojo intenso); Baselga (Amarillo brillante); la variedad 719 (Fruto naranja dulce). La densidad de plantación fue de 3.4 plantas m<sup>2</sup>, a una distancia de 15 cm entre plantas y entre canaletas de 1.55 metros. El diseño experimental fue completamente al azar, con tres tratamientos y seis repeticiones, las variables fueron: altura de planta (API), diámetro de tallo (DT) y peso de fruto (PF). Para el ANAVA se empleó el paquete SAS (v 9.0) y la prueba de comparación de medias (Tukey  $\alpha=0.05$ ). Los resultados del ANAVA en API y DT presentaron diferencias altamente significativas ( $P\leq 0.01$ ); la variedad Baselga fue estadísticamente superior con 176.2 cm de altura; en el diámetro de tallo se presentó un rango de 9.2 a 15.6 mm, es superior la variedad Ocelot. En peso de fruto la variedad Ocelot fue superior con un peso de 310 g por fruto.

**Palabras Claves:** Pimiento morrón, nuevas variedades, comportamiento agronómico, invernadero.

### ABSTRACT

The objective of the work was to evaluate the agronomic behavior of new varieties of bell pepper. In Mexico this crop is consumed fresh or added in gastronomic dishes, it has use in the industrial and medicinal sector. Its problematic production in the greenhouse is its low yield and high investment cost. That is why companies without innovation reduce their commercial growth and competitiveness in the sector, so other companies expand their agricultural markets. The seeds used in Mexico are hybrids or varieties offered by transnational companies. The genetic improvement

and release of new varieties allows to increase the production, when selecting plants of precocious cycle with flowering of 35 - 45 days after the transplantation (ddt), the fruiting at 75 - 150 (ddt), both are ambitious goals. The experiment was established in a greenhouse, in Agropark, state of Querétaro. Three experimental varieties were evaluated: Ocelot (Intense red fruit); Baselga (bright yellow); the 719 variety (orange fruit). The density of plantation was 3.4 m<sup>2</sup>, at a distance of 15 cm between plants and between gutters of 1.55 meters. The experimental design was completely randomized, with three treatments and six repetitions, the variables were: plant height (API), stem diameter (DT) and fruit weight (PF). The SAS package (v 9.0) and the means comparison test (Tukey  $\alpha = 0.05$ ) were used for the ANAVA. The results of the ANAVA in API and DT presented highly significant differences ( $P \leq 0.01$ ); the Baselga variety was statistically superior with 176.2 cm; In the stem diameter a range of 9.2 to 15.6 mm was presented, the Ocelot variety being superior. In fruit weight the statistically superior Ocelot variety with 310 g per fruit.

**Keywords:** Sweet pepper, new varieties, agronomic behavior, greenhouse.

## INTRODUCCIÓN

Las especies de mayor producción en México son: *Capsicum annuum* L. (jalapeño [37%], serrano [16%], pasilla, guajillo, ancho, mulatos, morrones y chile bell [15%]), *Capsicum frutescens* L. (chile manzano) y *Capsicum chinense* (chile habanero), además de chile poblano (13 %) y chilacas (11 %). El rendimiento en México en chiles frescos es de 18.17 tha<sup>-1</sup>, por arriba de la media de rendimiento mundial (15.30 tha<sup>-1</sup>) (SAGARPA, 2012).

En el mundo se producen un total de 31.167 millones de kilogramos de pimiento morrón, cultivados en una superficie de 1,914,685 ha (FAO, 2014). Es una de las hortalizas más importantes, ocupa el segundo lugar nacional después del tomate (Galindo *et al.*, 2006). Su producción es estratégica al ser un producto de exportación (Urrestarazu, 2004). México ocupa el primer lugar a nivel internacional en la exportación de pimientos en agricultura protegida, comercializa un volumen de 150,304 t, lo que significa ingresos al país por un total de 153.7 millones de dólares (SAGARPA, 2017), participando con el 8 % del área y el 7 % de la producción mundial (FAOSTAT, 2007). Superado solo por China, México ocupa el segundo lugar con un volumen de producción con 3,296,875 t en una superficie de 193,435 ha en todo el país, donde el 34 % del total de volumen producido se obtiene de la producción a cielo abierto, el 42.7 % de la producción bajo malla sombra y 23.1 % de la producción bajo invernadero, su consumo *per cápita* es de 560 g, lo cual lo ubica como una hortaliza de consumo nacional (AMHPAC; 2017), de los 20 países de mayor producción, el mejor rendimiento (kgm<sup>-2</sup>) lo obtiene Holanda, con 26.28 kilogramos por metro cuadrado.

La producción de pimiento morrón se exporta a Estados Unidos y representa más del 90 %, el 87 % del pimiento que se consume en USA proviene de tierras mexicanas (AMHPAC, 2017). El

pimiento tiene demanda durante todo el año, su comercio ha crecido espectacularmente por lo que se ha ampliado el cultivo en invernaderos, forma parte de una horticultura tecnificada, moderna y competitiva, con proyección a exportar a Europa, este cultivo en invernadero es la que posee mayor superficie cultivada en México. Requiere gran cantidad de mano de obra, es generadora de empleo en campo se ha contabilizado 3.569 personas, 1.785 en almacén y 714 empleados indirectos (empresas auxiliares de invernaderos, plásticos, riegos, fertilizantes, fitosanitarios) (Moreno, 2011).

El cultivo de pimiento morrón establecido en invernadero, la totalidad de la de las semillas son variedades e híbridos producidos por compañías transnacionales (Aguirre *et al.*, 2017) y para mantener una exportación 1,226.3 a EEUU y para Alemania de 417.1 miles de toneladas, con calidad de exportación se debe de cuidar la calidad de las semillas y atender la exigente demanda del mercado internacional (SAGARPA, 2016). Dentro de los híbridos y variedades, las que ocupan un lugar preponderante en la siembra y sus compañías comercializadoras son: Pimiento morrón de color rojo [Cyrus (Hazera), Conan, Gandal, Itzel, Orión, Triple 4, Triple Star (Enza zaden)]; los pimientos amarillos están [Diego, Moonset, Giacomo y Gualda (Hazera), Cadia (Enza zaden), y pimientos de color naranja [Magno (Enza zaden)] (Moreno *et al.*, 2011); [Nathalie (comercializadora Alaska)] (Alemán *et al.*, 2018); otros híbridos Aristotle XR3, Caravaggio, Consul y Darsena entre otros (Seminis, 2019).

La poda tipo holandés permite una distribución equilibrada de los azúcares de la fotosíntesis entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo y producir solo un fruto en cada nudo donde se bifurcan los tallos, evitando el aborto flores y la cosecha es continua durante el año. La acumulación de la producción en el tiempo es lenta y dificulta programar la producción para mercados con periodos cortos de precios favorables para el productor. En invernaderos tecnificados los rendimientos son hasta 250  $\text{tha}^{-1}$  (Heuvelink *et al.*, 2004), aunque los costos de producción son muy elevados, se pueden obtener buenas ganancias con un manejo adecuado y buena calidad de semilla. Ante ello la evaluación constante de nuevas variedades representa alternativas para los productores. El objetivo del presente trabajo consistió en determinar el comportamiento agronómico de tres nuevas variedades experimentales de pimiento morrón.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se desarrolló en los invernaderos de la empresa Fresh Mex, ubicado en Agropark del Estado de Querétaro, Ajuchitlán, sobre la carretera Higuierillas en el km 24, se localiza geográficamente con las coordenadas; Latitud: 20° 78' 33", Longitud: 20° 46' 60" Norte, 100° 3' 0" Oeste. El clima es cálido con una temperatura media de 17.4 °C y baja humedad relativa, a una altitud de 1,900 mnsn.

Las nuevas variedades de pimiento morrón evaluadas fueron; Ocelot, de segmento tipo block, con tamaño extra grande (XL) y jumbo, tiene cuatro lóculos, adaptado a manejo en mediana y alta tecnología, de rendimientos altos, buena calidad y tamaño de fruto, planta de porte semi abierto con gran fuerza y vitalidad en su sistema radicular que le aporta los amarres continuos durante todo el ciclo, precocidad temprana, altamente atractivo para empaque. Baselga de segmento tipo alargado, de tamaños grandes (G) mayormente tres lóculos, la planta es de entrenudos cortos, adaptada a cuajar en épocas de calor y de alto rendimiento, alta tolerancia *Phytophthora capsici*, frutos de pared delgada y fina excelente para su conservación. La variedad 719 de segmento tipo regular, con tamaños L y XL, de tres a cuatro lóculos, se puede manejar en hidroponía, buena calidad de su fruta, siendo el más dulce de los tres. Es una planta fuerte con porte medio y buena cobertura foliar, una pared gruesa del fruto dándole más peso específico, es atractiva para la exportación.

La producción de plántula se realizó en cubos de lana de roca de cultilene Pc, en la etapa productiva se empleó como sustrato base en el boli de Jiffy Growbag. Cuando las plántulas alcanzaron de tres a cuatro hojas y una altura entre los 13 y 20 cm y de tallo no mayor de 4 mm se trasplantó, donde se empleó fibra de coco, se establecieron 6 plantas por contenedor, dando una densidad de siembra de 3.4 plantas m<sup>2</sup>, el trasplante se llevó a cabo en el mes de agosto de 2018 a 28 dds.

Se empleó una solución nutritiva a base fertilizantes hidrosolubles, divididos en dos soluciones (A) Nitrato de calcio (325.0 kg) y Hierro 6 % (19.0 L) en 5 mil L de agua; y (B) Nitrato de K 225.0, Fosfato monopotásico 50.0 Cloruro de potasio 25.0, nitrato de magnesio 50.0, sulfato de magnesio 125.0 sulfato de potasio 40.0 sulfato de manganeso 1.8150, bórax 1.125 kg, sulfato de zinc 950.0, sulfato de cobre 50.0 molibdato de sodio 90 g en 5 mil L de agua, durante el ciclo del cultivo O-I 2018. Los riegos se realizaron en relación con la etapa fenológica del cultivo, la asimilación de retención de nutrientes y las condiciones del clima, dentro y fuera del invernadero, en cada determinado tiempo según las condiciones climáticas, ya sea por tiempo o por radiación solar (según el grado de temperatura). La inyección de la solución nutritiva se realizaba por medio de aplicaciones de fertilizantes hidrosolubles más agua. Esta mezcla se disolvía en dos tanques (tanque A y tanque B) se adicionaba ácido fosfórico al 15 % disuelto en un tanque de agua de 1000 L para ajustar el pH.

La poda empleada fue el método holandés, dejando dos tallos principales, cuando la planta alcanzó 30 cm de altura se inició la poda, dejando una flor y la hoja junto a ella por entrenudo hasta el final del cultivo. Las plagas fueron controladas con individuos biológicos: Para la araña roja se aplicó 200 individuos de Persimilis® por m<sup>2</sup>, dosis que depende del nivel de población de la plaga, en el control para la mosquita blanca se realizó con una dosis de 5 individuos de Swirskii por m<sup>2</sup> y aplicaciones de Plenum 50 WG® con dosis de 0.5 kg/ha, para el pulgón amarillo se controló con 5 individuos por m<sup>2</sup> del benéfico Aphidius® y con Karate Zeon® con una dosis de 20 mL 100 L de agua y Vida Trap® con dosis de 3 mL L<sup>-1</sup> agua.

El diseño experimental fue completamente al azar con tres tratamientos (variedades) con seis repeticiones (plantas) por tratamiento, las variables evaluadas: Altura de planta (API) en cm, y diámetro de tallo (DT) en (mm). El análisis de datos se realizó con el paquete estadístico SAS (v 9.0) mediante un ANAVA y posteriormente se aplicó una prueba de comparación de medias (Tukey, 0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANAVA de las variables altura de planta (API), diámetro de tallo (DT) y peso del fruto (PF), presentaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), con excepción de a la variable altura de planta a los 70 días (cm) con diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza de API, DT y PF en tres variedades experimentales de pimiento morrón, cultivado en Agropark, Querétaro, ciclo O-I, 2018.

FV	gl	Cuadrados medios										
		API14	API28	API42	API56	API70	DT14	DT28	DT42	DT56	DT70	PF70
Trat	2	194.6**	1119.0**	1306.5**	1274.3**	785.3*	4.2**	3.0**	8.5**	23.67**	41.7**	0.006 **
Error	9	3.4	4.7	11.5	3.6	29.3	0.008	3.0	0.04	0.29	0.50	0.0006
Total	11	420.2	2280.9	2716.6	2581.6	1834.9	8.5	0.01	17.5	49.9	87.8	0.01
CV(%)		6.1	2.6	2.9	1.3	3.2	1.6	6.24	2.8	5.9	5.7	9.0

\*,\*\* Significancia estadística a  $\alpha = 0.5$  y  $\alpha = 0.1$  de probabilidad; gl=Grados de libertad, C.V = Coeficiente de variación; API14= Altura de planta 14 ddt (cm); AltPI28= Altura de planta 28 ddt (cm); AltPI42= Altura de planta 42 días ddt (cm); AltPI56= Altura de planta 56 ddt (cm); AltPI70= Altura de planta 70 ddt (cm); ); DT14=diámetro de tallo 14 ddt (mm); DTall28 =diámetro de tallo 28 ddt (mm); DTall42= diámetro de tallo 42 ddt (mm); DTall56= diámetro de tallo 56 ddt (mm); DTall70= diámetro de tallo 70 ddt (mm); ); PF70= peso del fruto 70 ddt (kg).

La prueba de comparación de medias (Tukey, 0.05) en la variable API, se observa que el tratamiento (Baselga) fue el que presentó la mayor altura desde los 07 hasta los 70 días, esta variedad se comportó superior estadísticamente a las otras dos variedades (719 y Ocelot), esta última presentó el menor desarrollo de altura de planta, mientras que mientras que la variedad 719 fue la que presentó desarrollo intermedio. En cuanto al diámetro de tallo presentaron un comportamiento similar dado la variedad Ocelot fue estadísticamente superior con valor promedio de 15.69 mm a los 70 días. Finalmente, en la variable peso de fruto (PF) se destaca el tratamiento tres que corresponde nuevamente a la variedad Ocelot la cual alcanzó un mayor peso con valor promedio de 310 g, y estadísticamente es superior a las demás variedades evaluadas, aunque comparte su grupo estadístico con la variedad 719, la variedad Baselga fue la preseté el menor peso de fruto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de tres variedades experimentales de chile morrón de las variable API, DT y PF en el ciclo O-I, 2018.

Trat	Valores medios										
	AltPI14	AltPI28	AltPI42	AltPI56	AltPI70	DTall14	DTall28	DTall42	DTall56	DTall70	PeFr70
Baselga	53.25 a	102.50 a	133.75 a	158.00 a	176.25 a	4.91 c	5.66 b	6.35 b	7.81 b	12.10 b	0.24 b

719	47.75 b	77.50 b	111.25 b	137.00 b	169.25 a	5.12 b	5.55 b	6.22 b	7.59 b	9.25 c	0.29 a
Ocelot	36.25 c	70.75 c	98.00 c	122.50 c	149.25 b	6.79 a	7.11 a	8.82 a	11.88 a	15.69 a	0.31 a

Medias con la misma literal son estadísticamente iguales (Dukey  $\alpha= 0.05$ ). API14= Altura de planta 14 ddt (cm); AltPI28= Altura de planta 28 ddt (cm); AltPI42= Altura de planta 42 días ddt (cm); AltPI56= Altura de planta 56 ddt (cm); AltPI70= Altura de planta 70 ddt (cm); DT14=diámetro de tallo 14 ddt (mm); DTall28 =diámetro de tallo 28 ddt (mm); DTall42= diámetro de tallo 42 ddt (mm); DTall56= diámetro de tallo 56 ddt (mm); DTall70= diámetro de tallo 70 ddt (mm); PF70= peso del fruto 70 ddt (kg).

Investigaciones realizadas por Sánchez (2009) al evaluar la altura de plantas de pimiento morrón en arena obtuvo con valor promedio de planta desde 9 hasta 160 ddt, los valores promedios de 10 hasta los 98 cm; Reséndiz *et al.* (2010) evaluó 17 variedades de pimiento morrón a los 60 ddt sus alturas promedios fue de un rango desde 49.3 hasta 74.3 cm, Elizondo y Monge (2017) hasta los 182 ddt obtuvieron una altura promedio de 82 a 141 cm, por ello se puede observar los resultados son menores, en esta investigación al evaluar pimiento morrón se encontró que la media del tratamiento más alto era a los 21, 50, y 100 ddt, en el cual alcanzó una altura de un rango de 37.8, 133.0 y 176.2 ddt, se consideran estas nuevas variedades son más vigorosas y presentan mayor altura.

En el diámetro del tallo de la planta en pimiento morrón Elizondo y Monge (2017) obtuvieron un diámetro promedio desde 12.55 a 16.55 mm hasta 182 ddt, el cual se puede señalar que se encuentran entre los rangos obtenidos en esta investigación; resultados que coinciden a los reportados por Reséndiz *et al.* (2010), y que al compararse con los diámetros de tallo de esta investigación resultaron estar entre los rangos de los resultados de otras investigaciones. Moreno *et al.* (2011) evaluó características fenológicas de híbridos de pimiento morrón establecidas en hidroponía, donde solamente un material (Triple 4), presentó un valor de diámetro de tallo de (19 mm), todos los otros híbridos oscilaron en rangos de 14 a 16 mm, en esta investigación se presentaron un valor final de 15.6 mm, que son superiores y que se confirma que existe variabilidad genética en diferentes híbridos, resultados que concuerdan con esta investigación.

La evaluación del peso del fruto Reséndiz *et al.* (2010) con 17 variedades de pimiento morrón encontró que la variedad del rango más alto es; Orión con un peso de 289.09 g y la variedad con el rango más bajo es la variedad Valencia con un peso de 178.18 g; asimismo, en estudios realizados en la producción de chile morrón menciona que el despunte en tres y cuatro bifurcaciones obtuvieron un peso promedio de 130 a 180 g (Sánchez del Castillo *et al.*, 2017), en este sentido la evaluación de nuevas variedades experimentales tiene como finalidad de determinar que variedades son más prometedoras para satisfacer la demanda del mercado internacional, en este experimento la variedad Ocelot se obtuvo resultados prometedores, superando las dos variedades anteriores con un peso de 310 g al igual que la variedad Baselga con 240 g, resultados que fueron obtenidos en el día 70 ddt, por lo que se considera que estas variedades son más vigorosas y más productivas y potencialmente de buena calidad agronómica y de buen rendimiento.

## CONCLUSIONES

Se identificó la variedad de mayor rendimiento, la cual fue la variedad Ocelot, aunque la variedad 719 en cuanto a rendimiento fueron estadísticamente iguales.

En la altura de planta los resultados indican que la variedad Baselga y 719 fueron estadísticamente iguales, la variedad con la menor altura fue Ocelot.

En el diámetro de tallo se determinó que la variedad Ocelot, estadísticamente fue superior y el de menor diámetro de tallo fue la variedad 719.

La variedad Ocelot fue la que obtuvo el mayor peso de fruto.

## LITERATURA CITADA

- Aguirre-Mancilla C.L., Iturriaga F.G., Ramírez-Pimentel J.G., Covarrubias-Prieto J., Chablé-Moreno F., Raya-Pérez J.C. 2017. El chile (*C. annuum* L.), cultivo y producción de semilla. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, México. 5 (1): 19-31.
- Alemán P.R.D., Domínguez B.J., Rodríguez G.J., Soria R.S., Torres G.R., Vargas B.J.C., Bravo M.C., y Alba R.J.L. 2018. Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. Revista Centro Agrícola. Universidad Estatal Amazónica. 45 (1): 14-23.
- Elizondo C.E., y Monge P.J.E. 2017. Caracterización morfológica de 15 genotipos de pimiento (*Capsicum annuum*) cultivados bajo invernadero en Costa Rica. Intersedes, 18 (37): 1-27.
- FAO. 2014. Hortoinfo. <http://www.hortoinfo.es/index.php/noticias/3888-prod-pimiento-almeria-110814>. Consultado 6 de Octubre de 2019.
- Galindo G.G., Cabañas C.B. 2006. El cultivo de chile seco en Zacatecas. In: Tecnología de producción de chile seco. Libro Técnico 5. INIFAP. Zacatecas.
- Hazera 2019. [https://www.hazera.mx/product\\_cat/pimiento/](https://www.hazera.mx/product_cat/pimiento/). Consultado 6 de Octubre de 2019.
- Heuvelink E., Marcelis L.F.M., and Körner O. 2004. How to reduce yield fluctuations in sweet pepper. Acta Horticulturae. 633: 349-355.
- Moreno P.E. del C., Mora A.R., Sánchez del C.F., García-Pérez V. 2011. Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) cultivados en hidroponía. Revista Chapingo Serie Horticultura. Vol. XVII (2): 5-18.
- Reséndiz-Melgar R.C., Moreno-Pérez Edel C., Sánchez-Del Castillo F., Rodríguez-Pérez J.E., Peña-Lomelí A. 2010. Variedades de pimiento morrón manejadas con despunte temprano en dos densidades de población. Revista Chapingo Serie Horticultura 16(3): 223-229.
- Sánchez del Castillo F, Moreno-Pérez E.C., Reséndiz-Melgar R.C., Colinas-León M.T., Rodríguez P.J.E. 2017. Producción de pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) en ciclos cortos. Agrociencia, 51(4): 437-446.

Sánchez P.A. 2009. Comportamiento de Chile Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.) en dos sustratos bajo condiciones de Invernadero Región Lagunera 2008. Tesis de Licenciatura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 47 p.

Seminis 2019. Bayer, Cross Design and seminis are registered trademarks of Bayer Group. <https://www.seminis.mx/products/results/crops/pimientos/markets/all/regions/all>.

Consultado 6 de Octubre de 2019.

## ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL MANEJO DEL PULGÓN AMARILLO DEL SORGO EN GUANAJUATO

Antonio Vásquez Ortega<sup>1</sup>; Juan Ángel Quijano Carranza<sup>3</sup>; Carlos Cuellar Zambrano<sup>3</sup>; Ricardo Yáñez López<sup>3</sup>; José Honorato Arreguín Centeno<sup>1</sup>; Enrique Andrio Enríquez<sup>2</sup>; Francisco Cervantes Ortiz<sup>2</sup>; Mariano Mendoza Elos<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Alumno de Posgrado del Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup> Profesor investigador Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>3</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Bajío.

Autor de correspondencia: [jangelquijanoc@gmail.com](mailto:jangelquijanoc@gmail.com)

### RESUMEN

El cultivo de sorgo es de especial importancia en México por la superficie sembrada que se destina a la producción de este grano. Sin embargo, en 2015 la producción de sorgo decreció 38.1% debido a las afectaciones de pulgón amarillo, por ello, en ese mismo año se incorporaron medidas para prevención de la plaga debido a la severidad de los daños que ocasiona. En este trabajo se evaluaron dos materiales de sorgo, un material susceptible y uno tolerante, ambos bajo dos condiciones, con y sin control químico. Los resultados indican que los materiales de sorgo mediante acciones de manejo oportunas y encausadas a proteger la fauna benéfica dan la posibilidad de que materiales que son susceptibles pueden ser una opción para los productores de sorgo en Guanajuato.

**Palabras clave:** *Melanaphis sacchari*, manejo integrado, San Jeronimo, UPM-219.

### ABSTRACT

Sorghum is important in Mexico because of the cultivated area. However, in 2015 the production of sorghum decreased by 38.1 % due to the effects of sorghum yellow aphids, therefore in that same year, measures were incorporated to prevent the pest due to the severity of the damage. In this work two sorghum materials were evaluated, susceptible and tolerant material, both under two conditions, with and without chemical control. The results indicate that sorghum materials through timely management actions aimed at protecting beneficial fauna give the possibility that materials that are susceptible can be an option for sorghum producers in Guanajuato.

**Keywords:** *Melanaphis sacchari*, IPM, San Jeronimo, UPM-219.

### INTRODUCCIÓN

México ocupa el cuarto lugar de producción de sorgo al nivel mundial con 5,005,837 toneladas por año (FAO, 2016). A nivel nacional los estados con mayor producción son Tamaulipas con 2,640,372.18 ton, Sinaloa con 484,515.54 ton, mientras que el estado de Guanajuato es tercero con una producción de 460,794.53 ton (SIAP, 2016). En 2014, la producción nacional de sorgo alcanzó

un nivel máximo histórico superior a ocho millones de toneladas. Una parte de este incremento se atribuye al aumento de la superficie cosechada que creció 19.2 por ciento, alcanzando más de 2 millones de hectáreas cosechadas en ese año.

Durante el año agrícola de 2015, compuesto por el ciclo otoño-invierno 2014/15 y el ciclo primavera-verano 2015, la producción de sorgo grano en México decreció 38.1 por ciento para totalizar 5.1 millones de toneladas en 2015. Lo anterior como consecuencia de las afectaciones provocadas por el pulgón amarillo, entre otros factores (Panorama Agroalimentario | Sorgo 2016 Portada - gob.mx, 2016).

A partir de 2015 el manejo agronómico del cultivo de sorgo incorporó medidas para reducir los efectos ocasionados por el pulgón amarillo. Debido a la severidad de los daños que ocasionó la plaga, se generalizó el temor de que aquellos genotipos que se habían manifestado como susceptibles al pulgón amarillo ya no tenían viabilidad como opción para la siembra en Guanajuato. Por lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de los factores tolerancia genética y manejo racional del pulgón amarillo sobre la producción de sorgo en Guanajuato.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental Bajío de INIFAP, ubicado en el Km. 6.5 de la carretera Celaya a San Miguel de Allende, en Celaya, Gto. La parcela experimental se estableció en condiciones de cielo abierto, bajo infestación natural de pulgón amarillo. A fin de evaluar el efecto de la tolerancia genética se utilizaron dos materiales contrastantes en cuanto a la susceptibilidad al pulgón amarillo que fueron San Jerónimo (Tolerante) y UPM-219 (Susceptible) los tratamientos utilizados fueron, con aplicación y sin aplicación de insecticida. El experimento se sembró el 23 de junio de 2017, se establecieron 15 surcos a una distancia de 0.75 m y 10 m de largo, con una densidad de 250, 000 plantas por ha, la dosis de fertilización fue (130-60-00). Debido a que se presentó gusano cogollero se realizó un aplicación para su control, utilizando benzoato de emamectina, a una razón de 250ml/ha.

Para el conteo de la población se utilizó la metodología de Bowling 2015. Semanalmente se registró el número de pulgones por hoja y por planta en áreas predefinidas de muestreo de 0.5 m lineales de surco en cada tratamiento. En el caso del cultivo semanalmente se registró la etapa de desarrollo. Al finalizar el ciclo se obtuvo el rendimiento de grano estandarizado a un 14% de humedad. La parcela útil fue de 4 surcos de 5 m de longitud.

En cuanto al control del pulgón amarillo se aplicaron 2 tratamientos, el primero consistente en realizar un monitoreo continuo de las poblaciones de pulgón amarillo y de la etapa de desarrollo del cultivo. Una vez que el cultivo entró en etapa crítica y la población de pulgón amarillo empezó a invadir el cultivo se realizó una aplicación con Imidacloprid a razón de 330 ml/ha. La aplicación se dirigió a la base de la planta (primer tercio de la planta). El segundo tratamiento no incluyó ninguna medida contra el pulgón amarillo. Los tratamientos se distribuyeron en un arreglo de

parcelas divididas, donde el Genotipo era la Parcela Principal y el tratamiento contra pulgón la Sub-Parcela. Se establecieron 3 repeticiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los pesos de grano obtenidos para cada uno de los tratamientos evaluados. Es muy evidente la gran sensibilidad del genotipo UPM-219 ya que en el tratamiento SIN control del pulgón amarillo este material no desarrolló la espiga y el rendimiento fue nulo.

Cuadro 1. Peso de grano de sorgo (kg h<sup>-1</sup>) para los diferentes tratamientos evaluados

MIP	SAN JERÓNIMO		UPM-219	
	SIN	CON	SIN	CON
I	14,119	11,944	0	13,675
II	13,853	9,901	0	9,280
III	15,096	14,290	0	16,206
IV	13,764	12,743	0	9,724
V	11,011	13,586	0	19,714
VI	9,724	11,766	0	18,781
PROMEDIO	12,928	12,372	0	14,563

Es importante hacer notar que este mismo genotipo alcanzó los más altos rendimientos cuando se manejó CON control del pulgón amarillo. En el caso del genotipo San Jerónimo, como puede apreciarse en este Cuadro no mostró diferencias notables CON y SIN control del pulgón amarillo. En la Figura 1 se muestra el comportamiento promedio de estos genotipos CON y SIN control del pulgón amarillo. Las primeras apariciones se encontraron en 18 de julio.

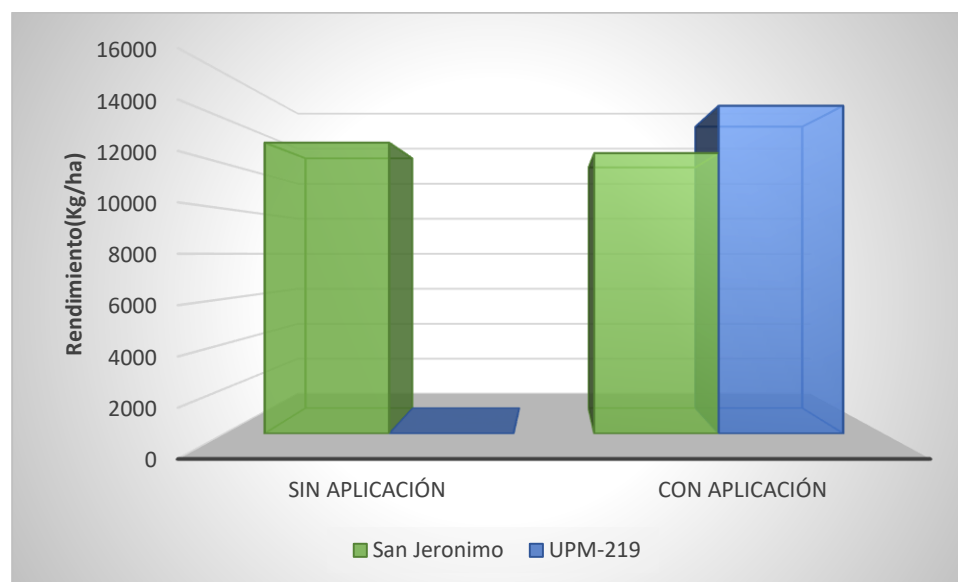


Figura 2. Rendimientos promedio en ambos materiales de sorgo con y sin control para pulgón amarillo del sorgo.

Cuadro 2. Análisis de varianza para el rendimiento de grano de sorgo.

FV	GL	SC	CM	F	Fteor
GENOTIPOS	1	172898986	172898986	43.79**	4.95
ERROR (A)	10	39482872.9	3948287.3		
TRATAMIENTO	1	294294073	294294073	7.88 *	4.95
INTERACCION	1	275256073	275256073	7.37 *	4.95
ERROR (B)	10	373241632	37324163		
TOTAL	23	942791779			

\*, \*\* Significativo al 0.05 y 0 .01 de probabilidad.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados del análisis de varianza para el rendimiento de grano de sorgo. De acuerdo con este análisis hay diferencias altamente significativas entre los genotipos evaluados, principalmente debido a la gran susceptibilidad del UPM-219 al ataque del pulgón amarillo. A pesar de que el genotipo San Jerónimo no mostró diferencias entre controlar o no controlar al pulgón amarillo el análisis también detectó diferencias significativas para los tratamientos de manejo de esta plaga y para la interacción.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede afirmar que el factor tolerancia genética al pulgón amarillo tiene una gran influencia en el rendimiento de grano de sorgo.

No obstante, lo anterior para los genotipos que son susceptibles al pulgón amarillo las recomendaciones de la Guía de Manejo Integrado del pulgón amarillo permite producir estos materiales con comportamientos muy cercanos a su potencial.

En el caso de genotipos tolerantes como San Jerónimo es posible llevar un manejo agronómico sin medidas específicas para el pulgón amarillo.

Por lo anterior los productores de sorgo de Guanajuato pueden estar seguros de la viabilidad del cultivo y seguir produciéndolo ya sea a través de genotipos tolerantes o aplicando las recomendaciones para el manejo integrado del pulgón amarillo, siempre y cuando se realicen de manera oportuna.

## LITERATURA CITADA

- Bowling, R. Michael Brewer, Allen Knutson, Mo Way, Pat Porter, Ed Bynum, Charles Allen, Raul Villanueva. 2015. Monitoreo de Pulgón Amarillo en Sorgo. Texas A&M AgriLife Extension Service. Texas A&M AgriLife Research. Disponible en: [www://ccag.tamu.edu/files/2015/11/ScoutCard-Español\\_lista.pdf](http://www://ccag.tamu.edu/files/2015/11/ScoutCard-Español_lista.pdf)
- David SK, 1977. Host-selection and speciation in some South Indian aphids. In: Ananthakrishnan TN, ed. Insects and Host-specificity. Delhi, India:Macmillan.
- FAO. 2018. FAOSTAT production crops. Consultada en junio del 2018: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

- Hamid S, 1987. Fecundity potential of graminaceous aphids in Pakistan *Jornal of Zoology*, 17(1): 49-58.
- Quijano C.J.A, Pecina Q.V, Bujanos M. R., Marin J. A y Yáñez L. R.; 2017 GUÍA 2017 PARA EL MANEJO DEL PULGON AMARILLO DEL SORGO; Folleto para productores no. 1. INIFAP
- López M. and Fernández M, 1999. Biology of *Melanaphis sacchari* (Z) in sugar cane II-life cycle, survival curve and populations parameters (biología de *Melanaphis sacchari* (Z) en caña de azúcar II-ciclo de vida, curva de supervivencia y parámetros poblacionales). *Revista de Protección Vegetal*, 14(3):155-159.
- Rensburg NJV, 1973. Notes on the occurrence and biology of the sorghum aphid in South Africa. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 36(92):293-298.
- SIAP. 2018. Anuarios de producción agrícola 2016. Servicio d Información Agroalimentaria y Pesquera. Consultada en línea en Junio 2018: <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Teetes GL, Manthe CS, Peterson GC, Leuschner K. Pendleton BB, 1995. Sorghum resistant to the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Homoptera: Aphididae), in Bostwana and Zimbabwe. *Insect Science and its Applications*, 16(1):63-71.
- Voegtlin, D.; Villalobos, W.; Sánchez, M.; Saborió, G. y rivera, C. 2003. Áfidos alados de Costa Rica. *Revista de Biología Trópical*, Vol. 51. Supl 2. Mayo, 2003. UCR, San José, Costa Rica. 225 pag.

## **CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE HÍBRIDOS DE MAÍZ CON POTENCIAL PARA LA PRODUCCIÓN DE TOSTADAS FRITAS**

Arana-García G.<sup>1-2\*</sup>; Herrera-Hernández M.G.<sup>2</sup>; Pons-Hernández J. L.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque. Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya Gto., México C.P. 38110. <sup>2</sup>Campo Experimental Bajío INIFAP. Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel Allende, Celaya Gto., México C.P. 38110. Tel: 01 800 088 2222 ext. 85234. \*Autor de Correspondencia:

[16980968@itroque.edu.mx](mailto:16980968@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

Con el fin de conocer si las propiedades fisicoquímicas de granos de maíces duros son apropiadas para elaboración de frituras, una muestra de ocho híbridos experimentales, fueron sometidas al análisis proximal, determinación de propiedades antioxidantes y finalmente se elaboraron tostadas fritas. Una vez determinada las propiedades fisicoquímicas, las muestras fueron nixtamalizadas con el método tradicional. Para la elaboración de las tostadas, se probó el uso de bicarbonato de sodio en diferentes porcentajes para evaluar el comportamiento la masa para la elaboración de tostadas fritas. Los principales resultados indican diferencias significativas para el grano de los híbridos respecto a características físicas, proximal y en la capacidad antioxidante. Actualmente se está trabajando con el efecto que pueden tener en el bicarbonato de sodio con las variantes que influyen en la elaboración de la tostada, el sabor y consistencia final, los que serán presentados en el congreso.

*Palabras clave: Maíz, nixtamalización, variedades, características, tostada*

### **ABSTRACT**

In order to know whether the physicochemical properties of hard grains are suitable for frying, a sample of eight experimental hybrids, were subjected to proximal analysis, determination of antioxidant properties and finally fried toast was made. Once the physicochemical properties were determined, the samples were nixtamalized using the traditional method. For the production of toast, the use of baking soda in different percentages was tested to evaluate the behavior of the dough for the production of fried toast. The main results indicate significant differences for the grain of hybrids with respect to physical, proximal and antioxidant capacity characteristics. Currently we are working with the effect they can have on baking soda with the variants that influence the preparation of the toast, the flavor and final consistency, which will be presented at the congress.

## INTRODUCCION

De nombre común “Maíz”, Nombre científico “*Zea mays* L. ”, de la familia de las *Gramíneas* y del Género *Zea*. El maíz se encuentra en forma de mazorca; el grano es una cariósida de forma aplastada. Su alto contenido de carbohidratos y proteínas, lo hace el cereal ideal para todos los días (SAGARPA, 2017).

Una de las primeras clasificaciones del maíz (*Zea mays* L.) fue la realizada por Sturtevant en 1899, quien propuso seis grupos principales (dentado, cristalino, dulce, harinoso, reventón, ceroso y tunicado), cinco de los cuales se basaron en la composición del endospermo de los granos. El limitado conocimiento del uso y calidad del material genético ha repercutido en pérdida de material valioso en los programas de mejoramiento genético (Figuroa *et al.*, 2013)

Entre las propiedades importantes para la clasificación del uso alimentario del maíz en México están el tamaño del grano, su gravedad específica y su dureza, así como su capacidad de absorción de agua y rendimiento de masa, rendimiento de tortilla, la pérdida de peso durante la cocción de la tortilla y la resistencia al corte de la tortilla (Mauricio *et al.*, 2004).

Esta investigación se refiere a las características de diferentes líneas avanzadas de maíz, involucra una gran importancia relativa en la aceptabilidad o rechazo de cada una de las variantes como materia prima para diversos procesos, tendrá un beneficio para estudios de dureza en la elaboración de nuevas formulaciones de productos para así cumplir con las exigencias de la textura que demanda el mercado; la adición de carbonato en la formulación beneficia o afecta la textura y sabor del producto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Híbridos experimentales, en el estudio fueron utilizados seis híbridos que previamente se habían identificado por su grano cristalino más dos testigos (22T y 111T) que fueron establecidos en el PV-2018 y al momento de floración se autofecundaron para obtener semilla libre de contaminación por polen diferente. Se cosecharon los genotipos de maíz en enero 2019, se anotaron los datos de cosecha y en el grano fue determinado el contenido de humedad con un determinador marca John Deere SW08120, con tres repeticiones y se obtuvo un promedio de esta.

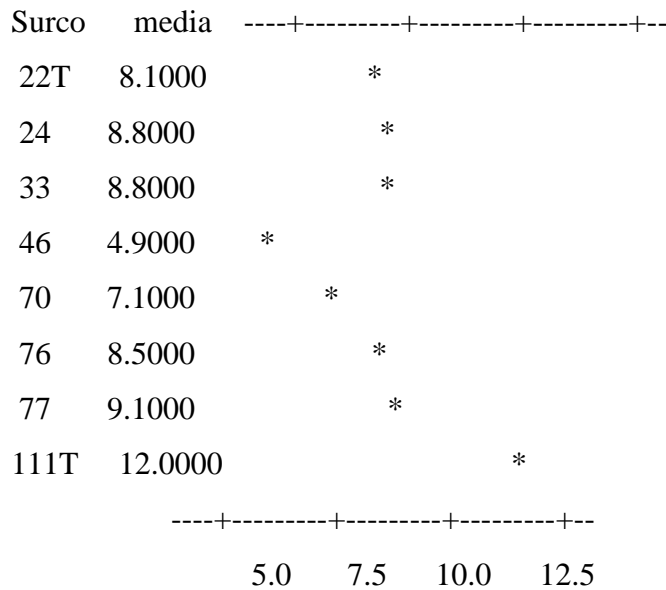
Propiedades fisicoquímicas y funcionales. Se obtuvo la fuerza de quiebre en cada variedad de maíz, con ayuda del analizador de textura *ta. xtexpressc* se determinó la dureza que es la fuerza necesaria para lograr una deformación determinada, en newton (n) o Kg m/s<sup>2</sup>. Se evaluó el tamaño del grano en cada híbrido, tomando medidas de largo ancho y grosor, estas medidas se utilizaron para obtener el volumen del grano, esto se hizo sobre 10 muestras por cada variedad. Se determinaron las características físico químicas del grano como: %Humedad, Dureza, Volumen, composición proximal (extracto etéreo, cenizas, proteína, fibra y carbohidratos. También se determinaron el contenido de fenoles, taninos y la capacidad antioxidante.

## RESULTADOS

Se utilizó el programa Minitab 16 para analizar los datos obtenidos con intervalo de confianza (IC) del 95%, en este programa se pueden analizar los factores, las muestras y las réplicas por bloques

### Humedad

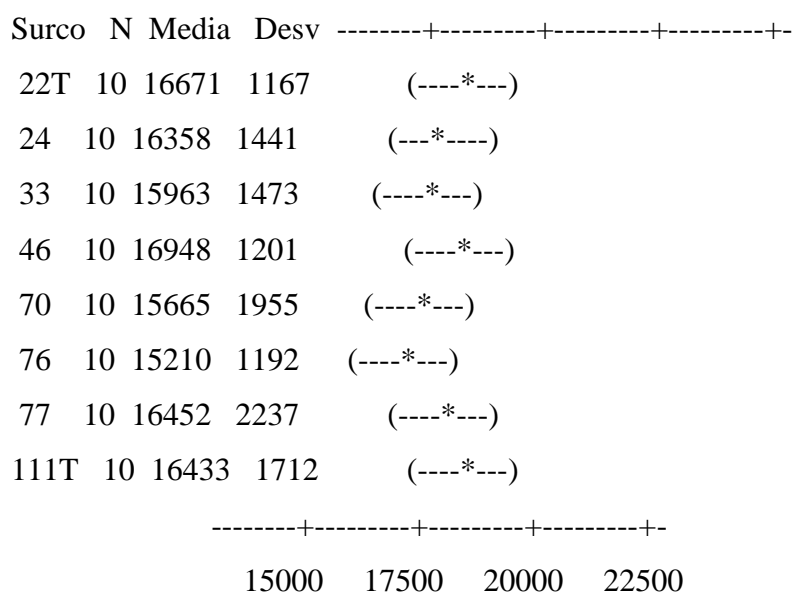
IC individuales del 95% para la media basada en desviación estándar agrupado



Se pudo observar que son un poco variados los porcentajes de humedad, esto puede deberse a la fecha de cosecha, el tiempo de almacenamiento de grano y a la humedad del ambiente

### Dureza

IC individuales del 95% para la media basada en desviación estándar agrupado



Se pudo observar que la dureza de los granos está en un rango de 15000 a 17500 g/cm<sup>2</sup>\*s

### Volumen

IC individuales del 95% para la media basada en desviación estándar agrupado

Surco	N	Media	Desv	-----+-----+-----+-----
22T	10	0.46210	0.07297	(-----*-----)
24	10	0.35210	0.05363	(-----*-----)
33	10	0.36680	0.07978	(-----*-----)
39	10	0.43620	0.07229	(-----*-----)
46	10	0.40500	0.08686	(-----*-----)
70	10	0.43170	0.07890	(-----*-----)
76	10	0.33920	0.03398	(-----*-----)
77	10	0.41080	0.07083	(-----*-----)
111T	10	0.31200	0.06840	(-----*-----)
				-----+-----+-----+-----
				0.320 0.400 0.480 0.560

El volumen es determinado por las dimensiones del grano, esto significa que a mayores dimensiones mayor será el volumen por lo que podemos deducir que los granos seleccionados son de tamaño pequeño intermedio.

Es importante analizar estas líneas de maíz para determinar si son diferentes entre ellas, en la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos de la composición proximal, además de que entre las muestras de maíz son muy diferentes entre si

Tabla 1: Composición proximal de los genotipos de maíz seleccionados (resultados expresados en %, base húmeda)

Surco	humedad	E. E	cenizas	proteína	fibra	carbohidratos
22T	8.1 ± 0.1 e	6.1827 ± 0.150bc	1.2440 ± 0.068ab	8.9686 ± 0.154a	9.6932 ± 0.676ab	65.9637 ± 1.162a
24	8.8 ± 0.1c	5.2871 ± 0.161c	1.5402 ± 0.140b	9.6060 ± 0.145a	10.3641 ± 0.527ab	64.4284 ± 0.211ab
33	8.8 ± 0.1c	6.2773 ± 0.625bc	1.6076 ± 0.159ab	9.0201 ± 0.146a	9.4302 ± 0.570b	64.4715 ± 0.395ab
46	4.9 ± 0g	7.1855 ± 0.478ab	1.7285 ± 0.128ab	9.5884 ± 0.300a	12.3957 ± 0.205a	64.236 ± 0.032ab
70	7.1 ± 0.1f	7.5256 ± 0.303a	1.5455 ± 0.097ab	9.8372 ± 0.083a	11.5304 ± 0.409ab	62.2561 ± 0.558b
76	8.5 ± 0.1d	6.1661 ± 0.393c	1.3098 ± 0.125ab	9.2931 ± 0.787a	11.9588 ± 1.036ab	62.9053 ± 0.639b
77	9.1 ± 0.1b	5.4106 ± 0.163c	1.9391 ± 0.082a	9.5055 ± 0.163a	12.1347 ± 1.204ab	62.1116 ± 1.422b
111T	12.1 ± 0.1a	3.3957 ± 0.259d	1.6080 ± 0.140ab	9.2092 ± 0.492a	9.5158 ± 0.139b	63.9649 ± 0.525ab

Medias con letras iguales en la misma columna no presentaron diferencia significativa Tukey, p <0.05).

Según información de Fuentes (2012), de una comparación de cualidades nutricionales de once variedades de maíz se obtuvieron los resultados experimentales para Humedad del grano 11.17±0.537; extracto etéreo 8.16±0.076; cenizas 2.13±0.076 fibra 1.19±0.062; proteína 9.14±0.257 podemos deducir que los datos de la tabla 1, se aproximan al rango que reporta fuentes a excepción de la fibra que presenta mayor cantidad en los híbridos aquí utilizado.

En la tabla 2 se observa la capacidad antioxidante (C.A.) diferente entre las muestras de maíz. La capacidad antioxidante de los cereales es mayoritariamente debida a los compuestos fenólicos.

Tabla 2. Contenido de Fenoles totales, taninos condensados y capacidad antioxidante de los genotipos seleccionados.

Surco	fenoles mg EAG/100g	taninos mg EC/100 g	C.A. mg ET/100g
22T	236.8536±12.7bc	9.7019±0.839a	9.5994±0.417b
24	258.1797±20.8ab	4.6262±0.019c	15.4959±1.115a
33	246.0362±12.4ab	2.5985±0.007d	14.0923±1.244a
46	267.4854±19.4ab	4.6354±0.018c	9.9126±0.695b
70	282.6645±23.6a	6.6481±0.004b	14.7277±1.479a
76	241.6860±9.1ab	4.6225±0.015c	4.8327±0.295c
77	194.2191±5.5c	2.6076±0.024d	7.6116±0.505b
111T	230.5627±8.3bc	2.6186±0.004d	16.431± 0.232 a

Medias con letras iguales en la misma columna no presentaron diferencia significativa Tukey, p <0.05)

Según De la Parra *et al.* (2007), los diferentes tipos de maíz contienen de 2.60 a 9.70 mg. Equivalentes de Catequina (EC) /100g reportado para taninos 194 a 282 mg. Equivalentes de Ácido Gálico (EAG) /100g reportado para fenoles y para C.A. de 4.8 a 16.43 mg equivalentes de Trolox /100g,

## CONCLUSIONES

La dureza en el maíz es un factor importante para determinar el destino de las variedades de maíz ya que maíces duros son destinados para alimentos fritos y/o horneados , la humedad es una elemento importante para la dureza de grano esta puede vear según las características climáticas temporada de cosecha y modo de almacenamiento las dimensiones del grano son importantes para la producción de masa para tostadas fritas la caracterización de las variedades de maíz servirá para evaluar el efecto que tendrá elaborar tostadas fritas adicionadas con carbonato de sodio , en el congreso se presentaran más resultados de la investigación

**AGRADECIMIENTOS:** al INIFAP-BAJÍO por permitir realizar esta investigación dentro de las instalaciones y al instituto tecnológico de roque por el aporte técnico en la utilización de equipo.

## LITERATURA CITADA

- De la Parra C, S. O. Serna-Saldívar, R. H. Liu. 2007. Effect of processing on the phytochemical profiles and antioxidant activity of corn production of masa, tortillas and tortilla chips. *J. Agri. Food Chem.* 55:4177-4183.
- Figueroa Cárdenas, Juan de D., David E. Narváez González, A. Mauricio Sánchez, Suketoshi Taba, M. Gaytán Martínez, J. J. Vélez Medina, F. Rincón Sánchez y F. Aragón Cuevas. 2013. PROPIEDADES FÍSICAS DEL GRANO Y CALIDAD DE LOS GRUPOS RACIALES DE

MAÍCES NATIVOS (CRIOLLOS) DE MÉXICO. Rev. Fitotec. Méx. Vol. 36 Supl. 3-A: 305  
- 314,

Fuentes López Luz. 2012. Comparación de cualidades nutricionales de once variedades de maíz.

Tesis de comparación de cualidades de once variedades de maíz. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, división de ciencia animal. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mauricio S. R. A, J. D. Figueroa C., S. Taba, M. L. V. Reyes, F. Rincón S, A G Mendoza (2004)

Characterization of maize accessions by grain and tortilla quality traits. Rev. Fitotec. Méx. 27:213-222.

SAGARPA- Subsecretaría de Agricultura y Ganadería. PLANEACIÓN AGRÍCOLA 2017-2030.

Maíz grano blanco y amarillo impreso en México

## **GENERACIÓN DE BARREDURA DURANTE EL ENVASADO DE CEREALES INDUSTRIALIZADOS**

### **BARREDURA GENERATION DURING THE PACKING OF INDUSTRIALIZED CEREALS**

Estéfana Alvarado Bárcenas<sup>2§</sup>, Karen Martínez Martínez<sup>1</sup>, Mauricio Martínez Martínez<sup>1</sup>, J  
Gabriel Ramírez Pimentel<sup>2</sup>, Francisco Chablé Moreno<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Tesista, Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup>Docente TNM-Roque. <sup>§</sup>Autor de correspondencia:

[estefana3@hotmail.com](mailto:estefana3@hotmail.com)

#### **RESUMEN**

El consumo de cereales en México crece en un 7.4% anual, ocupa un tercer lugar después de USA y Brasil. Durante el embolsado se genera la barredura, producto que cae sobre superficies no propias del proceso de envasado de cereales. El objetivo del trabajo consistió en determinar los factores que incrementan la producción de barredura, problema industrial que representa de un 15 al 20% de pérdidas en la industrialización del cereal. El trabajo se desarrolló en el corredor industrial de Celaya, Guanajuato. Las máquinas sometidas en evaluación fueron 15 del modelo: MaSipack®, Matrix Mercury®, MaxiMaq® y Speed Bag®. La metodología consistió en implementar registros para cuantificar la producción de barredura, esta información permitió: Identificar la línea, turnos, supervisores y cantidad de barredura. Se utilizó un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones (muestreos), los tratamientos fueron las líneas embolsadoras. Las variables evaluadas en la generación de barredura fueron: Supervisores (1, 2, 3) y turnos (1, 2, 3) en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, los horarios de muestreo fueron los tres turnos. Los datos se analizaron con el programa SAS (v 9.0) y se aplicó una prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha$  0.05). Los datos originales se transformaron por raíz cuadrada de X y Log b<sup>10</sup>. Los resultados del ANAVA mostraron diferencias estadísticas significativas y altamente significativas con (P $\leq$ 0.05) y (P $\leq$ 0.01). En el mes de julio y septiembre la mayor producción de barredura fue en las Máquinas de MaSipack® y la de menor pérdida en MaxiMaq®. En agosto en la variable Supervisores las máquinas MaxiMaq® y MaSipack® produjeron mayor barredura en las máquinas 1 y 2 las de menor producción de subproducto. Para el mes de septiembre las máquinas 15 y 2 y en octubre las líneas 8 y 7 (MaxiMaq y MaSipack) produjeron menor cantidad de barredura. La mayor producción de barredura se obtuvo en un 60% en las máquinas embolsadoras de cereal (MasiPack), el 20 % (MexiMag), la de mayor incidencia en la producción barredura son las MaSiPack debido principalmente a tener la mayor cantidad de máquinas de ese modelo, combinados con el personal de turnos.

*Palabras clave: Barredura, Embolsado de cereales, Cereales.*

## **ABSTRACT**

Cereal consumption in Mexico grows by 7.4% annually, ranks third after the US and Brazil. During the bagging, the sweeping is generated, a product that falls on surfaces not typical of the cereal packaging process. The objective is to determine the factors that increase the production of sweeping, an industrial problem that represents 15 to 20% of cereal industrialization. The work was completed in the industrial corridor of Celaya, Guanajuato. The machines sometimes under evaluation were 15 of the model: MaSipack, Matrix Mercury, MaxiMaq and Speed Bag. The methodology was to implement records to quantify the sweep production, this processed information: Identify the line, shifts, supervisors and amount of sweep. They were a completely randomized design, with four repetitions (sampling), the treatments were the bagging lines. The variables evaluated in the sweep generation were: Supervisors (1, 2, 3) and shifts (1, 2, 3) in the months of July, August, September and October, the sample schedules were in the three shifts. The data is analyzed with the SAS program (v 9.0) and a media comparison test (Tukey  $\alpha$  0.05) is applied. The original data is transformed to Square root and Log b10. The results of the ANOVA of data found specific and highly significant statistical differences ( $P \leq 0.05$ ) and ( $P \leq 0.01$ ), in July and September the highest sweep production was in the MaSipack machines and the lowest loss MexiMag. In August, in the Supervisors variable, the MexiMag and MaSipack machines produced more sweep and 1 and 2 machines, the lower production of by-products. In September, machines 15 and 2 and in October lines 8 and 7 (MexiMAG and MaSipack) produced a smaller amount of sweeping. The largest production of sweeping is obtained by 60% in cereal bagging machines (MasiPack), 20% (MexiMag), the highest incidence in sweeping production is the MaSiPack due mainly to having the largest number of machines of that model, combined with shift staff.

**Key words:** Sweeping, cereal bagging, cereals.

## **INTRODUCCIÓN**

Durante el proceso industrial del embolsado de cereales industrializados como inflados (puffed cereals), aplastados, laminados, cilindrados, rolados (Rolled cereals) y copos, se generan pérdidas y generalmente disminuyen la eficiencia en el proceso productivo de cereales, este desecho se conoce como barredura (Noriega, 2004). Este desperdicio (No apto para consumo humano), debido a que es un producto que se ha depositado en superficies no adecuadas de la producción, se genera durante el embolsado en las áreas de producción de cereales, con un valor de 15% (Martínez, 2018). Debido a una mala asepsia puede ser nociva y presentar contaminación microbiológica, deficiencias organolépticas, falta de calidad (Noriega, 2004).

En México uno de los principales sustentos, desde tiempos prehispánicos son los cereales (Servín, 2013), ya sean procesados o envasados para su comercialización (Lezcano, 2001). El consumo de

cereales se originó del movimiento vegetariano en el último cuarto del siglo XIX, con miembros de la Iglesia Adventista del Séptimo Día en USA (Lezcano, 2018), siendo un primer cereal para el desayuno (AEFC, 2010).

Los desayunos de cereales no prosperaban por ser imprácticos en su preparación (Lezcano, 2018); en 1877, Kellogg, inventó un bizcocho hecho de trigo, avena y harina de maíz, empleados en el Sanatorio Battle Creek, se llamó “Granula”, y posteriormente “Granola” (AEFC, 2010). Su hermano, Kellogg inventó los copos de maíz y en 1906 fundó la compañía (Corn Flakes de Kellogg’s) (Lezcano, 2010). Un paciente del Sanatorio Battle Creek, Post, inició una empresa rival (Post), creó las hojuelas o copos de maíz en los EEUU, los Post Toasties (Lezcano, 2010).

Actualmente existen muchas marcas en EEUU, compiten más de 76 (AEFC, 2010), todas ellas generan barredura. Los cereales procesados se clasifican en tres tipos: a) Cereales inflados (procesos industriales que rompe el endospermo y los granos se hinchan; b) Cereales laminados, (granos limpios liberados de su tegumento y que después de calentados o de ligera torrefacción se laminan; y c) Cereales en copos, preparados con los granos limpios, liberados de su tegumento y cocinados con adición de extracto de malta, jarabe de sacarosa o dextrosa y sal, secado, aplastados y tostados. El objetivo del trabajo fue realizar un análisis de la producción de barredura generada por máquinas durante el embolsado.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente investigación se llevó a cabo en una empresa embolsadora de cereales, ubicada en el corredor industrial de Celaya, Guanajuato, analizados los datos en TNM-Roque, ubicado geográficamente entre los paralelos 20° 30’ 28” de latitud norte y 100° 50’ 00” de longitud oeste con respecto al meridiano de Greenwich, con un altitud de 1767 msnm y dirección km 8 de la carretera Celaya-Juventino Rosas, Guanajuato. Se seleccionó como población de estudio las máquinas consideradas como “líneas” donde se trabajó con 15 máquinas embolsadoras modelo MaSipack, Matrix Mercury, MaxiMq y Speed Bag.

La metodología consistió en implementar registros para realizar la cuantificación de producción de barredura en el área de embolsado, se implementó un formato de registro y concentrado de producción de barredura en kilogramos, el formato establecido contiene campos en los cuales permitieron registrar información tal como: Identificación de la línea, personal operativo de supervisión, fecha, turno y cantidad de barredura.

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones (muestreos), los tratamientos fueron las líneas embolsadoras. Las variables evaluadas en la generación de barredura fueron:

Supervisor 1 (Sup1); Supervisor 2 (Sup2). Supervisor 3 (Sup3), se cuantificó la cantidad de barredura (kg), generada por línea de embolsado de cereal en los días laborados en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre por supervisor de producción. Las variables evaluadas en los turnos fueron: Turno 1 (Turn1), Turno 2 (Turn2) y Turno 3 (Turn3), los horarios de obtención de barredura fueron de 06:00 a 14:00 h; de 14:00-22:00 h y 22:00 a 06:00 h, en cada turno se cuantificó la barredura generada en cada línea de embolsado y empacado de cereal en los días laborados dentro de los meses (Julio, Agosto, Septiembre y Octubre). Los análisis de datos fue mediante el paquete estadístico SAS (v 9.0), los tratamientos que presentaron diferencias estadísticas, ya sea altamente significativa o significativa ( $P \leq 0.01$ ) y ( $P \leq 0.05$ ), se sometieron a prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha$  0.05), los datos originales debido a que pertenece a un conjunto de datos sin distribución normal, se procedió a transformar los valores originales mediante Raíz cuadrada de X y Log b<sup>10</sup>.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado del ANAVA en la generación de barredura en el mes de Julio, mostro que en las variables Supervisores y Turnos, presentaron diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (máquinas). La naturaleza del estudio y no tener distribución normal, se transformó mediante raíz cuadrada, los cuales permitieron inducir a normalizar y reducir sustancialmente el CV (%). La presentación de la prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha$  0.05) se presentan los valores originales y donde la variable supervisores en máquina 3 se alcanzó un valor de 56.45 kg y para la variable turnos se repite el máquina 3 con un valor de 56.46 kg, mientras que para el tratamiento 11 en las variables Supervisores y Turnos mostró los valores inferiores de 4.05 kg y 4.05 kg respectivamente (Cuadro 1). Se observó que tanto los supervisores y turnos, presentan casi un valor constante, por lo que se considera que las máquinas son un problema constante en la producción de barredura.

Cuadro 1. Prueba de comparación de medias del mes de julio, de la evaluación de generación de barredura en kilogramos por supervisores y turnos.

Máq	Datos originales			Máq	Datos originales		
	Sup 1	Sup 2	Sup3		Turn 1	Turn 2	Turn 3
3	18.91 a	18.233 a	19.322 a	3	19.268 a	18.122 a	19.076 a
4	9.88 ba	7.723 ba	9.563 ba	4	10.915 ab	7.813 ab	8.438 ab
8	5.22 ba	4.359 b	4.195 ba	8	4.201 b	4.099 b	5.481 ab
13	4.89 ba	3.492 b	3.929 ba	13	3.762 b	3.903 b	4.649 ab
12	3.93 ba	4.009 b	3.254 ba	6	3.734 b	5.074 b	3.433 ab
7	3.76 ba	3.334 b	4.120 ba	7	3.362 b	4.108 b	3.746 ab
6	3.49 ba	4.284 b	4.459 ba	12	3.334 b	4.004 b	3.859 ab
1	2.66 b	2.735 b	2.337 b	5	2.487 b	3.491 b	2.290 b
5	2.47 b	3.263 b	2.527 b	1	2.334 b	2.368 b	3.033 b

2	2.29 b	2.026 b	2.084 b	14	2.114 b	2.452 b	2.335 b
14	2.13 b	2.710 b	2.057 b	9	1.981 b	1.952 b	1.669 b
9	1.69 b	1.717 b	2.337 b	2	1.931 b	2.104 b	2.366 b
10	1.67 b	1.763 b	1.624 b	10	1.711 b	1.749 b	1.599 b
15	1.64 b	2.236 b	1.596 b	15	1.617 b	1.627 b	2.236 b
11	1.53 b	1.282 b	1.245 b	11	1.181 b	1.315 b	1.557 b

Máq = Máquina, Sup1 = Supervisor uno, Sup2 = Supervisor dos, Sup3 = Supervisor tres, Turn1= Turno 1, Turn 2= Turno 2, Turn3= Turno 3.

Los resultados del análisis de varianza en la generación de barredura, en el mes de Agosto se determinó que tanto en las variables Supervisores y el de Turnos, existen diferencias estadísticamente significativas entre las maquinas, esto indica que en el caso de los supervisores al menos una máquina es diferente a los demás, a los valores originales se realizó la transformación de datos a raíz cuadrada, y se logró reducir hasta un tercera parte el valor del CV, aunque se trató de normalizar los valores presentaron las mismas condiciones estadísticas (Cuadro 2).

La prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha$  0.05) del mes de agosto, se observa que el tratamiento en la variable Supervisores y Turnos en la máquina 3, los valores fueron de 29.33 kg y 24.4 kg, respectivamente como valores superiores estadísticamente y como valor inferior en la variable supervisores en la máquina 15 se obtuvo un valor de 4.08 kg y para la variable turnos en la máquina 11 un valor de 4.08 kg (Cuadro 3). Esto permite deducir que en cierta medida que el personal participante en turnos está provocando el incremento de la producción de barredura.

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias del mes de agosto, de la evaluación de generación de barredura en kilogramos por supervisores.

Máq	Original			Máq	Original		
	Sup1	Sup2	Sup3		Tur1	Tur2	Tur3
13	7.850 a	13.760 a	7.723 a	13	11.135 a	7.727 a	10.472 a
8	5.490 ab	6.877 bc	5.593 ab	4	7.061 ab	4.858 ab	5.608 bcd
7	5.015 ab	5.030b cbd	4.540 ab	8	5.654 bc	5.505 ab	6.802 abc
4	4.779 ab	7.854 b	4.894 ab	7	5.519 bc	4.540 ab	4.526 bdc
3	3.813 ab	5.427 bcd	5.881 ab	3	3.818 bc	3.887 ab	7.416 ab
12	3.137 b	1.927 d	2.258 b	14	2.838 bc	2.485 b	2.557 cd
14	2.488 b	2.938 cd	2.454 b	6	2.755 bc	3.510 ab	2.211 dc
5	2.364 b	1.854 d	1.909 b	11	2.645 bc	1.838 b	1.941 d
6	2.306 b	2.668 cd	3.502 ab	5	2.215 bc	2.038 b	1.874 d
9	2.155 b	1.693 d	1.662 b	12	1.987 c	3.258 ab	2.078 cd
15	2.058 b	1.392 d	1.403 b	9	1.937 c	1.907 b	1.665 d
10	2.046 b	1.758 d	1.699 b	10	1.844 c	1.935 b	1.724 d
11	1.958 b	2.620 cd	1.847 b	15	1.652 c	1.808 b	1.393 d
1	1.309 b	1.282 d	1.286 b	1	1.284 c	1.342 b	1.251 d
2	1.240 b	1.272 d	1.570 b	2	1.268 c	1.257 b	1.557 d

Máq = Máquina, Sup1 = Supervisor uno, Sup2 = Supervisor dos, Sup3 = Supervisor tres, Turn1= Turno 1, Turn 2= Turno 2, Turn3= Turno 3. Medias con letras iguales indican igualdad estadística, Duncan  $\alpha$ =0.05

Los resultados del ANAVA de la generación de barredura del mes de septiembre, se determinó que la variable de estudio supervisores y turnos presentó diferencia estadísticamente significativa entre las maquinas ( $P \leq 0.05$ ). Los valores originales se transformaron mediante la raíz cuadrada.

En la prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha = 0.05$ ) se obtuvieron que los tratamientos en el mes de septiembre para las variables Supervisores, la máquina 4 mostró un valor superior de 34.64 kg en los tres Supervisores y para la variable de los tres Turnos el valor superior es de 50.71 kg, mientras que los valores medios inferiores en ambas variables fueron 11.13 k y 11.13 kg respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Prueba de comparación de medias del mes de septiembre, de la evaluación de generación de barredura en kilogramos por supervisores.

Máq	Original			Máq	Original		
	Sup 1	Sup 2	Sup3		Tur 1	Tur 2	Tur 3
4	16.044 a	9.202 ab	9.400 ab	8	13.324 a	23.044 a	14.350 a
3	14.446 a	8.895 ab	9.301 ab	7	10.698 a	12.202 b	13.247 a
8	14.342 a	21.263 a	15.113 a	3	10.636 a	9.085 b	12.921 a
7	13.468 a	10.439 ab	12.240 ab	4	10.338 a	9.381 b	14.927 a
14	9.290 a	13.296 ab	9.166 ab	14	9.332 ab	10.929 b	11.490 a
11	9.034 ab	4.871 b	4.987 ab	6	8.240 ab	6.465 b	11.491 a
10	7.045 ab	7.032 b	7.459 ab	10	6.642 ab	8.129 b	6.764 ab
6	6.612 ab	11.407 ab	8.176 ab	5	6.317 ab	7.610 b	5.136 ab
9	6.253 ab	5.997 b	5.134 ab	12	6.048 ab	8.575 b	6.174 ab
12	5.946 ab	9.156 ab	5.695 ab	9	5.359 ab	5.891 b	6.135 ab
1	5.244 ab	6.273 b	4.090 ab	11	5.067 ab	4.873 b	8.952 ab
5	5.139 ab	5.136 b	8.789 ab	13	4.443 ab	5.986 b	3.992 c
13	4.568 c	5.985 b	3.868c	1	3.867 c	4.082 c	7.658 ab
15	4.191 c	4.266 c	3.488 c	15	3.763 c	3.566 c	4.616 c
2	3.297 c	3.679 c	4.160 ab	2	3.568 c	4.071 c	3.497 c

Máq = Máquina, Sup1 = Supervisor uno, Sup2 = Supervisor dos, Sup3 = Supervisor tres, Turn1= Turno 1, Turn 2= Turno 2, Turn3= Turno 3.

El resultado del análisis de varianza de las variables de generación de barredura del mes de octubre, al igual que julio, agosto y septiembre las variables de estudio supervisores, se encontró diferencia estadística significativa, el CV en general presentó valores bajos. En la prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha 0.05$ ) se obtuvieron que los valores superiores para la variable supervisores en la máquina 8 se obtuvo un valor 24.77 kg mientras que para la variable turnos el valor superior en la máquina 10 un valor de 24. 569 kg, mientras que para los valores inferiores fueron obtenidos en la máquina 15 para ambas variables se presentan los valores inferiores de 4.124 kg y 4.124 kg respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de comparación de medias del mes de octubre, de la evaluación de generación de barredura en kilogramos por supervisores.

Máq	Original			Máq	Original		
	Sup 1	Sup 2	Sup3		Tur 1	Tur 2	Tur 3
8	9.771 a	7.714 ab	7.289 ab	10	10.365 a	7.400 ab	6.804 ab
7	9.365 a	8.850 ab	7.648 ab	6	9.461 a	8.591 ab	11.534 a
6	8.791 ab	11.360 a	9.435 a	7	9.460 a	8.888 ab	7.515 ab

10	8.718 ab	7.477 ab	8.373 a	14	8.113 ab	10.721 a	7.792 ab
14	7.779 ab	10.371 a	8.476 a	8	7.358 ab	7.293 ab	10.122 a
3	7.009 ab	7.521 ab	7.421 ab	9	7.073 ab	7.916 ab	5.633 ab
11	6.977 ab	7.794 ab	6.731 ab	3	7.063 ab	8.197 ab	6.691 ab
13	6.442 ab	11.146 a	7.797 ab	11	6.574 ab	7.669 ab	7.259 ab
4	6.318 ab	6.448 ab	6.450 ab	4	6.464 ab	6.746 ab	6.006 ab
12	5.768 ab	6.176 ab	5.187 ab	13	5.928 ab	13.016 a	6.441 ab
9	5.402 ab	5.739 ab	9.480 a	12	5.746 ab	6.142 ab	5.243 ab
2	5.230 ab	6.472 ab	5.426 ab	2	5.770 ab	6.056 ab	5.702 ab
5	5.153 ab	6.193 ab	4.675 ab	5	5.004 ab	5.969 ab	5.049 ab
1	4.449 ab	6.878 ab	4.486 ab	1	4.450 ab	6.378 ab	4.985 ab
15	1.519 b	1.346 b	1.259 b	15	1.519 b	1.359 b	1.246 b

Máq = Máquina, Sup1 = Supervisor uno, Sup2 = Supervisor dos, Sup3 = Supervisor tres, Turn1= Turno 1, Turn 2= Turno 2, Turn3= Turno 3.

En la literatura se encuentra poca información de este subproducto, con excepciones de la industria galletera donde se señala que la barredura de galleta implica un gasto en el proceso productivo, su análisis se enfoca al punto de equilibrio en la producción de galleta, lo que se desea en la industria es tener una cantidad mínima de barredura, sin embargo, no siempre significa pérdida, existen otras alternativas de uso como la elaboración de alimentos balanceados.

Para dimensionar la depuración en un sistema productivo, es necesario cuantificar los subproductos de la industria, determinar esta carga constante va depender de tanto de las máquinas, los supervisores de producción y el personal operativo en el embolsado de cereales de desayuno (Pérez, 2017). En la última fase del proceso, el envasado, el producto es transportado a la envasadora, que lo introduce inicialmente en bolsas y luego en cajas (Pérez, 2017). La producción del embolsado de cereales, las cajas son etiquetadas indicando la marca, el nombre y número de registro del fabricante, peso neto, peso bruto y día de producción, permitiendo su trazabilidad, deben considerar las vitaminas y minerales y su concentración en porcentaje, para un determinado nutriente que se encuentra tanto en 100 g como en una ración del cereal (AEPC, 2017). Entonces la producción de barredura se considera una pérdida durante el embolsado de cereales, en estos resultados se considera que oscilan entre las cantidades señaladas por las diferentes compañías embolsadora de cereales.

## CONCLUSIONES

La producción de barredura en el mes de Julio se obtuvo que: En supervisores y turnos las máquinas 3 y 4 (MaSipack), fue la de mayor producción de barredura en un rango de 7.72 a 19.26 kg/día; mientras que la menor producción en ambas variables correspondieron a las máquinas 15 y 11 (MexiMag) con rangos de 1.18 a 2.23 kg/día en la producción de barredura del embolsado de cereal. En el mes de Agosto en la variable de supervisores las máquinas 13 (MexiMag) y la máquina 8 (MaSipack); producen barredura con rango de 5.49 a 13.76 kg/día; en la variable de turnos se presentaron las máquinas 13 (MexiMag) y 4 (MaSipack) con un rango de 11.13 a 4.85 kg/día. En

la producción de barredura de menor cantidad en la variable Supervisores y Turnos se cuantificó en las máquinas 1 y 2 (MaSipack) con un rango 1.24 a 1.57 kg/día.

En Septiembre la mayor producción de barredura cuantificada en la variable supervisores se presentó en las máquinas 4 y 3 (MaSipack) con promedio de 8.89 a 16.04 kg/día; mientras que en turnos fueron para la máquina 8 (MaSipack) y 7 (Mercury Matrix) con un rango de 10.69 a 23.04 kg/día. Las máquinas con menor producción de barredura para Supervisores y turnos fueron la 15 (MexiMag) y 2 (MaSipack) con rango de 3.29 a 4.61 kg/día considerando ambas variables.

En el mes de Octubre en la variable Supervisores en las maquinas 8 (MaSipack) y 7 (Mercury Matrix) con rango de 7.28 a 9.77 kg/día y en la variables turnos las máquinas 10 (Mercury Matrix) y 6 (MasiPack) con rangos de 6.8 a 11.53 kg/día. Las máquinas con menor producción de barredura para Supervisores y turnos fueron la 1 y 15 (MaSipack) con rango de 1.25 a 6.87 kg/día y 1.24 a 6.37 kg/día respectivamente.

De acuerdo con la mayor producción de barredura se obtuvo que el 60% de las máquinas embolsadoras de cereal (MasiPack) el 20 % (MexiMag), el 13% (Mercury Matrix) y el 7 % constituida por Speed Bag, la de mayor incidencia en la producción barredura son las MaSiPack debido principalmente a tener la mayor cantidad de máquinas de ese modelo.

## LITERATURA CITADA

- AEFC (Asociación Española de Fabricantes de Cereales). 2010. Cereales de desayuno y gastronomía. Madrid, Evergráficas.
- AEPC. Asociación Española de producción de cereales. 2017. <http://www.asociacioncereales.es/cereales-de-desayuno/historia-y-elaboracion/produccion/>: Consultado el 14 de Octubre de 2019.
- Association of Cereal Food Manufacturers (ACFM). Breakfast Cereal Information Service (“BCIS”). Disponible en: [www.breakfastcereal.org](http://www.breakfastcereal.org).
- Martínez MAK. 2019. Estimación de generación de barredura bajo modelo estadístico lineal y descriptivo. Tesis de licenciatura TNM-Roque, Celaya, México. 92 p.
- Noriega P. 2004. Producción sin desperdicio. Caso de estudio en un proceso de fabricación de galletas de coco. Tesis. Facultas de ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción, escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Pérez CH. 2017. La industria galletera. Tesis de licenciatura, Facultad de Agronomía. Universidad de la Rioja, Logroño, España. pp. 5-7.
- Servín RMC. 2013. Nutrición básica y aplicada. Publicación ENEO/UNAM. Tercera edición.

## **CAMOTE AMARILLO (*Ipomoea batatas* L.) ALIMENTO TÓXICO POR VITAMINA A**

Norma E Barrón-Ávila<sup>1</sup>; Diego A Zúñiga-Vázquez; <sup>1</sup>, Perla Jiménez-Girón<sup>1</sup>; Anahí Piña-Bernal<sup>1</sup>; Estéfana Alvarado-Bárceñas<sup>2</sup>; Francisco Chablé-Moreno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante, <sup>2</sup>Docente del TecNM-Roque, km 11 de la carretera. Apaseo el Alto-Jerécuaro, Guanajuato. Autor de correspondencia: [estefana3@hotmail.com](mailto:estefana3@hotmail.com)

### **RESUMEN**

El objetivo de la presente investigación fue determinar la concentración de Vitamina A en el camote amarillo. Las vitaminas son imprescindibles en el desarrollo y bienestar de todos los seres vivos, aunque son esenciales, algunas pueden resultar tóxicas en grandes cantidades (González, 1976). Las vitaminas con mayor efecto tóxico en sobredosis son la D y la A. La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio del TecNM-Roque Extensión Apaseo el Alto, ubicado en Km 11, Carretera Apaseo el Alto–Jerécuaro, en la cual se emplearon tubérculos de camote amarillo proporcionados por ejidatarios de la comunidad de la Cueva de Apaseo el Alto. El experimento se realizó por triplicado y las variables evaluadas en camote fresco y cocido fueron: humedad, fibra cruda, extracto etéreo y acidez titulable, sólidos- solubles, pH y contenido de carotenos, en un espectrofotómetro UV<sup>®</sup> para encontrar la equivalencia del caroteno a retinol se empleó la conversión (Vitamina A). Los resultados obtenidos en los análisis indican para camote fresco y cocido respectivamente fueron: humedad: 72% y 67%; pH: 3.3 y 4.2; fibra cruda: 2,3 y 2.5; extracto etéreo: 4.8% y 0.3 %; acidez titulable: 0.04% y 0.45% y °Bx: no se reporta valor y 5.3°. Los valores de vitamina A obtenidos en la muestra de camote crudo fueron equivalentes a 1208 UI, mientras que en camote cocido mostro un valor de 849 UI. Las muestras analizadas del camote amarillo tanto en estado fresco como en cocido muestran bajas concentraciones de Vitamina A, 1208 UI y 849 UI respectivamente, por lo que podemos recomendar la ingesta en todas las edades, y aunado a ello aumentar el cultivo del camote en la comunidad de la Cueva, Apaseo el Alto, Guanajuato.

**Palabras clave:** *Camote, Ipomoea batatas, Vitamina A*

### **ABSTRACT**

The objective of the present investigation was to determine the concentration of Vitamin A in the yellow sweet potato. Vitamins are essential in the development and well-being of all living beings, although they are essential, some can be toxic in large quantities (Gonzales, 1976). The vitamins with the highest toxic effect in overdose are D and A. This research was carried out in the laboratory of TecNM-Roque Extension Apaseo el Alto, located at Km 11, Carretera Apaseo el Alto – Jerécuaro, in which they used yellow sweet potato tubers provided by ejidatarios of the Cueva community of Apaseo el Alto. The experiment was carried out in triplicate and the variables evaluated in fresh and cooked sweet potatoes were: moisture, crude fiber, ethereal extract and

titratable acidity, soluble solids, pH and carotene content, in a UV® spectrophotometer to find the equivalence of carotene to retinol Conversion was used (Vitamin A). The results obtained in the analyzes indicate for fresh and cooked sweet potatoes respectively: humidity: 72% and 67%; pH: 3.3 and 4.2; raw fiber: 2.3 and 2.5; ethereal extract: 4.8% and 0.3%; Titratable acidity: 0.04% and 0.45% and ° Bx: no value and 5.3 ° are reported. The vitamin A values obtained in the raw sweet potato sample were equivalent to 1208 IU, while in cooked sweet potato it showed a value of 849 IU. Samples of yellow sweet potato analyzed in both fresh and cooked state show low concentrations of vitamin A, 1208 IU and 849 IU respectively, so we can recommend intake at all ages, and in addition to increasing sweet potato cultivation in the community of the Cuevita, Apaseo el Alto, Guanajuato.

**Key words:** *Sweet potato, Ipomoea sweet potatoes, Vitamin A*

## INTRODUCCIÓN

El camote pertenece a la familia de los convolvulaceae, del género *Ipomoea* y especie *batatas* L. (Pagalo, 2010). Es un tubérculo que se cultiva en muchas partes del mundo, en México es cultivado desde los tiempos ancestrales y en la actualidad son producidas variedades de camote de pulpa blanca, amarilla, naranja, rosada o morada (Contreras, 1995; Moreno, 2018). El camote contiene características nutricionales importantes que lo convierten en un alimento de alto valor nutritivo y representa una alternativa en países en vías de desarrollo que muestran escasez en alimentos. En el estado de Guanajuato la superficie cultivada es 27,328 ha (Sagarpa, 2015; Basurto *et al.*, 2015).

El camote es un tubérculo cuyo valor nutricional es característico por su alto valor en vitaminas y minerales, en comparación con el de la papa, es una fuente valiosa de fibra y antioxidantes. Sin embargo, los valores nutricionales varían en función del cultivar y su proceso de preparación para ser consumido como alimento. Entre los beneficios que aporta a la salud se han reportado propiedades cardioprotectoras, hepatoprotectoras, anticancerígenas, antiobesogénicas, anti envejecimiento, antidiabético, antiulcerogénico, entre otros. Además de ser promovido como un alimento funcional en enfermedades crónico degenerativas, para disminuir su incidencia y prevalencia (Wang *et al.*, 2016). La parte comestible del camote en México es el tubérculo.

Las vitaminas son imprescindibles en el desarrollo y bienestar de todos los seres vivos, aunque son esenciales, algunas pueden resultar tóxicas en grandes cantidades (González, 1976). Las vitaminas con mayor efecto tóxico en sobredosis son la D y la A. En su forma natural la vitamina A se encuentra solamente en fuentes animales. La vitamina A como retinol no se halla libre en los alimentos sino unido a esteres con ácidos grasos, se deposita en los tejidos de los riñones, pulmones, depósitos de grasas y especialmente en el hígado (González, 1976); sin embargo, los abusos en el consumo de esta vitamina mediante preparaciones farmacéuticas pueden ocasionar una intoxicación (Baltes, 2006). El objetivo de la investigación fue determinar los niveles de Vitamina A en camote amarillo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el Laboratorio del Instituto Tecnológico de Roque Extensión Apaseo el Alto ubicada en Km 11, Carretera Apaseo el Alto – Jerécuaro en el municipio de Apaseo el Alto, Guanajuato. Se empleó durante el desarrollo de la investigación tubérculos de camote amarillo, proporcionado por ejidatarios de la comunidad de la Cueva del municipio de Apaseo el Alto. Este cultivo se estableció durante el ciclo de temporal (otoño-invierno) el tipo de suelo predominante es litosol, con temperatura media de 18-9 °C, 2760 msnm, y con precipitación media de 732.5 milímetros anuales en promedio.

Los análisis de las muestras de camote de tipo amarillo fueron realizados en estado fresco y cocido. Las muestras se prepararon previamente en pequeñas rodajas. Para las muestras de camote cocido fueron colocadas las rodajas en agua caliente a 80° C por un tiempo de 5 minutos. Las variables analizadas fueron determinadas para camote fresco y cocido: humedad (DetHum) (%), fibra cruda (DetFC) (%), extracto etéreo (DetEE) (%) y acidez titulable (DetAT) realizándose por titulación con una solución de hidróxido de sodio 0.1 N de acuerdo al método de la AOAC (2012). A las mismas muestras les fueron analizadas las variables: sólidos solubles, fueron medidos tomando una gota de jugo colocándola en un refractómetro, a una temperatura de la muestra de 20 °C y el resultado se expresa Grados Brix (°Bx), pH (DetpH) se midió con un pH metro marca Hanna® y el contenido de carotenos (DetCAr) (mg/100g) por el método de Lichtenthaler (1987), se tomaron 10 ml de jugo a los cuales se añadieron 10 ml de acetona a 80 %, la solución se filtró y se obtuvo la absorbancia a 663, 646 y 476 nm, en un espectrofotómetro UV® Espectronic 21B® para encontrar la equivalencia del retinol a caroteno, se empleó la conversión (Vitamina A). Para la cuantificación de retinol (Vitamina A), se realizó mediante las fórmulas que implica el contenido de carotenos y por conversión se calculó el contenido de retinol en la muestra de camote fresco y camote cocido.

$$\text{Clorofila a}(C_a) = 12.25 A_{663} - 2.79 A_{646}$$

$$\text{Clorofila b}(C_b) = 21.50 A_{646} - 5.10 A_{663}$$

$$\text{Carotenos} = (1000 A_{470} - 1.63C_a - 104.96C_b) (221^{-1})$$

Finalmente para encontrar la equivalencia del retinol a caroteno se empleó la conversión de 1mg de retinol equivalente a 6 gr de caroteno (Vitamina A). Todas las pruebas evaluadas fueron realizadas por triplicado y los datos obtenidos fueron analizados mediante el empleo de la estadística descriptiva.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la determinación de humedad en fibra cruda y extracto etéreo en muestras de camote fresco y camote cocido fueron: para las determinaciones de humedad (DetHum) (%), extracto etéreo (DetEE) (%) y fibra cruda (DetFC) (%), los valores obtenidos

fueron: en camote crudo 72%, 4.8% y 2.3%; en camote cocido 67%, 0.7% y 2.5% respectivamente, mientras que Vidal (2018) encontró valores de similares de 67-69% en humedad, para grasa 0.4-3.0% y fibra un contenido de 2.33- 2.65% en camote fresco; durante el proceso térmico el camote puede sufrir cambios de calidad y cantidad de nutrimentos, aumentando o disminuyendo la concentración de ciertos compuestos y se encontraron resultados de 63- 67% de humedad, para grasa de 0.7% y contenido de fibra de 2.45-2.76% en camote hervido. Se puede observar la diferencia en grasa en cuanto a camote crudo y cocido ya que la cocción produjo una disminución del contenido de grasa, esto podría deberse al tiempo y temperatura de cocción. En los resultados de acidez titulable (DetAT), Grados Brix ( $^{\circ}$ Bx), pH (DetpH) para camote crudo y camote cocido fueron: 0.04%,  $0^{\circ}$  Bx y 3.3 para camote crudo; 0.45%,  $5.3^{\circ}$  Bx y 4.2. En el artículo determinación de la vida de anaquel de camote (*ipomoea batata l.*) entero en conserva dulce evaluando empaque y temperatura, Rangel y colaboradores (2017) indica a esta determinación el contenido del ácido cítrico como responsable del proceso de maduración en el camote y reporta valor de 0.45% de acidez en a una temperatura de  $25^{\circ}$ C. La cantidad de solidos totales determinados en la muestra de camote crudo no se obtuvo un valor cuantitativo, mientras el valor de los mismos sólidos, pero en camote cocido fue  $5.3^{\circ}$  Bx, se reporta un valor de  $5.292^{\circ}$  Bx, según la literatura. En la determinación de pH en muestra de camote crudo se obtuvo un valor de 3.3 y en camote cocido un valor de 4.2, Rangel y colaboradores (2017) obtuvo un valor de 4.987. Los valores de vitamina A obtenidos en la muestra de camote crudo fueron equivalentes a 1208 UI, mientras que en camote cocido mostro un valor de 849 UI, en investigaciones realizadas se encontraron valores similares en camote crudo de 667 UI. Se muestran los resultados obtenidos en la tabla 1 de camote crudo y cocido

**Tabla 1.** Comparación de resultados de camote amarillo crudo y camote amarillo cocido.

Análisis	Camote crudo	Camote cocido
Humedad	72%	67%
pH	3.3	4.2
Fibra cruda	2.3%	2.5 %
Extracto etéreo	4.8%	0.3%
Acidez titulable	0.04%	0.45%
$^{\circ}$ Bx	$0^{\circ}$	$5.3^{\circ}$
Vitamina A	1208 UI	849 UI

UI= unidad internacional

## CONCLUSIONES

En el mercado se encuentran variedades de marcas distribuidoras de exportación de camote y en especial la marca mr. Yam's sweet potatoes la cual afirma en su contenido nutrimental 4400 UI de vitamina A en 130 gramos. En México la dosis necesaria en niños es de 400 UI, para adultos de 1000 UI de vitamina A. Por lo que la ingesta de camote exportado podría presentar una intoxicación aguda ya que esta se presenta por una ingesta de una cantidad equivalente a 20 veces la dosis necesaria en niños, es decir, en 260 g de camote amarillo.

De acuerdo a la revisión de literatura las intoxicaciones se muestran en valores altos, sin embargo en la investigación realizada, las muestras analizadas del camote amarillo tanto en estado fresco como en cocido muestran bajas concentraciones de vitamina A, 1208 UI y 849 UI respectivamente, por lo que podemos recomendar la ingesta en todas las edades, y aunado a ello aumentar el cultivo del camote en la comunidad de la Cueva, municipio de Apaseo el Alto, Guanajuato.

La vitamina A en camote cocido tiene una disminución del 30% en comparación al camote fresco debido al tratamiento térmico aplicado.

### LITERATURA CITADA

- AOAC. (2012). Official Methods of Analysis. 19th Edition. Arlington, VA.
- Baltes, W. (2006). Química de los alimentos. España: Acribia.
- Basurto, F., D. Martínez, T. Rodríguez., V. Evangelista., M. Mendoza., D. Castro., J. C. Gonzáles y Vaylón, V. (2015). Conocimiento actual del cultivo de Camote (*Ipomoea batata* (L.) en México. Agro Productividad. 3: 30– 34.
- Contreras, J., D. F. Austin., F. De la Puente., y Diaz J. (1995). Biodiversity of Sweet-Potato (*Ipomoea-Batatas*, Convolvulaceae) in Southern Mexico. Econ. Bot., 49(3): 286–296.
- González V. R. M. (1976). Determinación de caroteno (vitamina A) en zanahoria como producto fresco y conservado. Unan-León.
- Moreno D.M., J. R. Matamoros., F. B. Peña y A. R. A. Hernández. (2018). Asignación de recursos en camote (*Ipomoea batatas*). Rev. Iberoam. Cienc. 5(4): 8-18.
- Pagalo, M., J. Del Carmen., R. S. R. Barahona., y T. R. Vera. (2010). Proyecto de factibilidad de la creación de una empresa elaboradora de camotes al horno en forma de snack light en Guayaquil. Tesis profesional. Facultad de Economía y Negocios. Escuela Superior Politécnica del Litoral, 155 p. Guayaquil, Ecuador 090112.
- SAGARPA. (2015). Disponible en: <http://snics.sagarpa.gob.mx/paginas/hortalizas/camote/> usos producción nacional a spx. Consultado el 23 de enero del 2018.
- Vidal, A. R., Zaucedo- Zuñiga, A. L y Ramos-García, M. I. 2018. Propiedades nutrimentales del camote (*Ipomoea batatas* L. y sus beneficios en la salud humana. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. Vol 19, numero 2.
- Wang, S., S. Nie., y F. Zhu. (2016). Chemical constituents and health effects of sweet potato. Food Res Int. Vol. 89:90– 116.

## CONSUMO DE AGUA Y EXTRACCIÓN NUTRIMENTAL EN TRES TIPOS DE TOMATE ROJO EN SUELO EN INVERNADERO

Salvador Villalobos-Reyes<sup>1§</sup>; Enrique González-Pérez<sup>1</sup>; José Luis Pons-Hernández<sup>1</sup> y Mario González-Chavira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Investigador, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. km 6.5 carr. Celaya-S.M. Allende, Celaya, Gto. § Autor de correspondencia: [villalobos.salvador@inifap.gob.mx](mailto:villalobos.salvador@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

En la producción de hortalizas en invernadero es fundamental evaluar los genotipos para determinar y ajustar el manejo para conseguir el mejor nivel de productividad. En este trabajo el objetivo fue cuantificar la cantidad de agua consumida por el cultivo, la eficiencia de uso del agua, y la cantidad de nutrientes absorbidos por cultivo durante el ciclo de desarrollo de tres tipos de jitomate que se siembran en invernaderos de tecnología media en el Estado de Guanajuato. El tomate tipo bola Gironda tuvo mayor consumo de agua, pero también mayor capacidad productiva de fruta y tuvo mayor eficiencia de uso del agua que el tomate tipo saladete y tipo uva. La absorción de nutrientes por los tomates en orden de importancia fue: Ca>K>N>Mg>P>Fe>Mn>Zn>Cu>Mo.

*Palabras clave: Riego, Eficiencia hídrica, producción en suelo, invernadero, tipo de tomate.*

### ABSTRACT

In the production of vegetables in the greenhouse it is essential to evaluate the genotypes to determine and adjust the management to achieve the best level of productivity. In this work the objective was to quantify the amount of water consumed by the crop, the efficiency of water use, and the amount of nutrients absorbed per crop during the development cycle of three types of tomatoes that are sown in greenhouses of medium technology in the State of Guanajuato. The Gironda tomato type had a higher consumption of water, but also a greater productive capacity of fruit and had a greater efficiency of water use than the tomato type saladete and grape type. The absorption of nutrients by tomatoes in order of importance was: Ca> K> N> Mg> P> Fe> Mn> Zn> Cu> Mo.

*Key words: Irrigation, water efficiency, soil production, greenhouse, type of tomato.*

### INTRODUCCIÓN

La industria mexicana de horticultura protegida se ha venido desarrollando en diferentes regiones, y condiciones de suelo y calidad de agua (Muñoz, 2004). Se estima que 80 % de la producción hortícola bajo cubiertas plásticas se lleva a cabo directamente en suelo (Castellanos, 2004).

En México, el riego agrícola utiliza el 77% del agua dulce disponible para regar 6.46 millones de hectáreas. Para mantener la superficie de riego se utiliza el agua subterránea que aporta el 27% del volumen actualmente utilizado para riego. El resultado del incremento de uso del agua subterránea, es que actualmente 106 de los 653 acuíferos existentes en México están en condiciones de sobreexplotación (Hatch, 2018; Wolfe, 2014).

En Guanajuato, el agua subterránea contribuye con el 58% del agua utilizado para riego, a través de 15 297 pozos que representa el 25% de 61 188 pozos a nivel nacional (CONAGUA, 2011). La extracción excesiva de agua se traduce en un déficit hídrico de más del 40%, con cambios en el abatimiento del nivel freático en los acuíferos de 1 a 5 m cada año.

No es posible seguir con este régimen de uso del agua. En el mediano plazo, la disponibilidad de agua será un problema grave, y el sector agrícola que ocupa la mayor cantidad de agua tendrá que implementar acciones radicales para subsistir y satisfacer la demanda regional y nacional de alimentos.

Para atender la problemática existen diferentes estrategias. La agricultura protegida en sus diferentes modalidades representa una opción factible, y que ya está en pleno crecimiento en la región centro de México, incluido el estado de Guanajuato. Este trabajo tuvo el objetivo de cuantificar la cantidad de agua consumida por el cultivo, la eficiencia de uso del agua de riego, y la cantidad de nutrimentos absorbidos por cultivo durante el ciclo de desarrollo de tres tipos de jitomate que se siembran en invernaderos de tecnología media en el estado de Guanajuato.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente estudio se realizó en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo experimental Bajío en Celaya, Guanajuato, localizado en el Centro de México entre las coordenadas 20° 15' Latitud Norte y 101° 39' Longitud Oeste a 1650 msnm; con una temperatura y precipitación promedio anual de 25°C y 797 mm.

En invernadero tipo túnel de tecnología media, en suelo se establecieron tres tipos de jitomate, tipo bola (Gironda), tipo saladette (El Cid), y tipo uva (Sweet Heart). En camas de 1.8 m de ancho se establecieron dos hileras de plantas, la separación entre hileras fue de 25 cm y la separación entre plantas fue de 40 cm que representa una densidad de 2.7 plantas m<sup>-2</sup>. El trasplante se llevó a cabo el 25 de abril del 2017.

En el manejo del riego se utilizaron los tensiómetros localizados a 20 y 40 cm de profundidad, ubicados entre dos plantas y a 10 cm de la cintilla de riego. A diario se registraron los valores de las lecturas en los tensiómetros, y el riego se aplicó para mantener la tensión objetivo a 25 psi en el tensiómetro localizado a 20 cm. El tensiómetro a 40 cm se mantuvo entre 25 a 30 psi.

El volumen de riego ( $V_r$ ) se calculó utilizando la fórmula:  $V_r = 1.57 (HM-HA) * Da * Pr^2 * L$

Para el suelo de textura franco, según la curva de retención de humedad, la humedad actual (HA) a la tensión de 25 PSI es de  $0.29 \text{ g cm}^{-3}$ , y la humedad máxima retenida por el suelo (HM) es de  $0.36 \text{ g cm}^{-3}$ , la densidad aparente ( $D_a$ ) para el suelo de textura franco es de  $1.2 \text{ g cm}^{-3}$ , la profundidad efectiva de raíces ( $P_r$ ) es de 0.30 m, la longitud total del surcado por hectárea (L) con surcado a 1.8 m de separación es de 5 555 m. El volumen de agua de riego ( $V_r$ ) fue de  $66 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . El riego se controló de encendido manual, por lo que se aplicó 3 PSI antes o después de alcanzar el valor de 25 PSI en el periodo de 8 a 9 am. En el figura 1 se indica el valor medio semanal de la tensión de humedad en el suelo, la cual estaba en el rango de 20 a 30 PSI. El volumen de riego se registró en cada evento de riego durante todo el ciclo de producción.

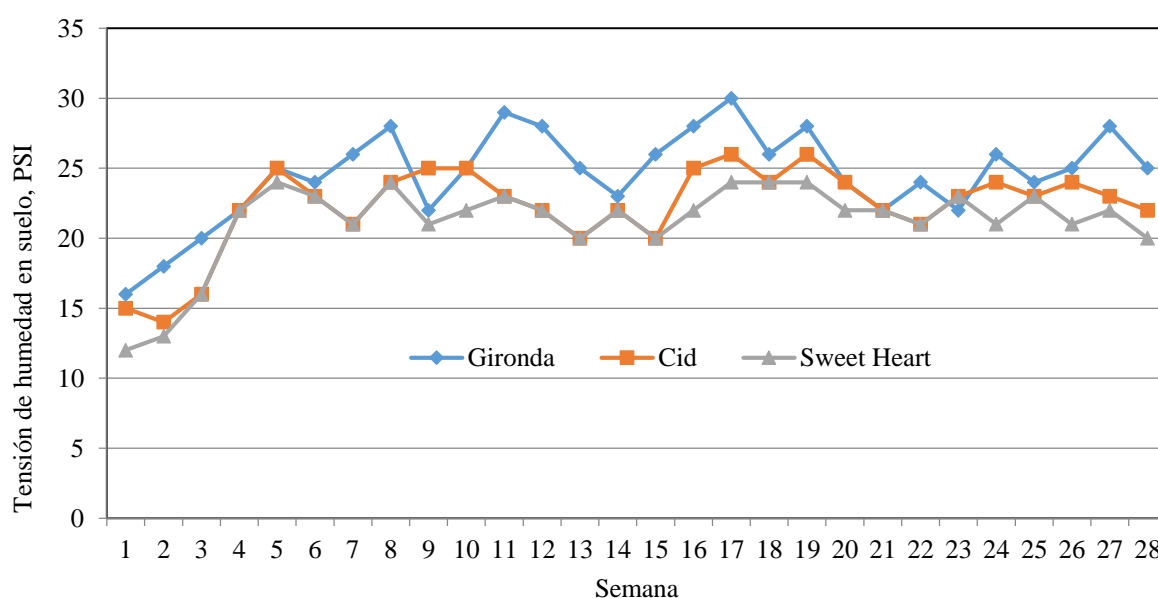


Figura 1. Dinámica de la humedad en el suelo con los tipos de tomate rojo

La fertilización del cultivo fue igual en todos los genotipos de jitomate. En el periodo del trasplante hasta el amarre del primer racimo, se aplicó la solución nutritiva: 6, 1.5, 3, 6, y 1  $\text{me L}^{-1}$  de nitratos, fósforo, potasio, calcio y magnesio respectivamente. Durante el resto del ciclo de producción, la composición de la solución nutritiva fue de 8, 0.5, 1, 5, 3, y 1  $\text{me L}^{-1}$  de nitratos, amonio, fósforo, potasio, calcio y magnesio respectivamente.

La cosecha inició a los 68 días, y se realizó durante 6 meses. La cosecha experimental consistió de 8 plantas para cada repetición de cada tratamiento. Los frutos se clasificaron de acuerdo a su diámetro ecuatorial y también aquellos frutos no comerciales (bofos, cara de gato, pared gris, rajados, deformes, manchados, daño mecánico). Para esto se usó una tabla con orificios calibrados para medir diámetro ecuatorial del fruto basado en la norma mexicana NMX-FF-031-1997-SCFI.

Durante el ciclo de desarrollo se colectaron las hojas podadas de 4 plantas de muestreo en cada repetición, se conservaron secas en un lugar sombreado hasta el término del ciclo y se juntó con la

muestra de planta completa. Estas se trituraron en fragmentos de una pulgada que se secaron a 70 °C por 48 h en una estufa con circulación forzada de aire y luego fueron molidas y tamizadas con malla de No. 20. La determinación de N-total se hizo con la técnica de digestión semimicro-Kjeldahl (Horneck y Miller, 1998). La solubilización de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  y los micronutrientes se realizó por digestión húmeda (Jones et al., 1992), y su determinación fue realizada por absorción atómica (Thermo Serie M). El P, S y B se determinaron mediante espectrofotometría de emisión por plasma (ICP-AES, PerkinElmer 3000 SCR) (Alcántar y Sandoval, 1999).

La extracción total de nutrientes (En) por la planta se calculó multiplicando la cantidad total de biomasa seca de las plantas por la concentración del elemento en la biomasa, éste último obtenido de los análisis químicos en laboratorio. La En ( $kg\ ha^{-1}$ ) =  $(1/100) * Biomasa\ seca\ total\ (kg\ ha^{-1}) * concentración\ del\ elemento\ (\%)$ .

La eficiencia de uso del agua (EUA) se calculó considerando los datos de rendimiento total y el volumen total de agua aplicado en el riego, la EUA ( $kg\ m^{-3}$ ) =  $Rendimiento\ (kg/m^2) / Consumo\ de\ agua\ (m^3/m^2)$ .

El diseño del experimento consistió de bloques al azar con cuatro repeticiones por tratamiento dando un total de 12 unidades experimentales. El análisis de varianza y la comparación de medias se realizó con el paquete estadístico SAS versión 8 (SAS, 1999). La comparación de medias se realizó mediante la prueba DMS ( $\alpha=0.05$ ) del mismo programa estadístico.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Consumo de agua de tres tipos de tomate rojo en invernadero**

El consumo de agua de las plantas es ascendente durante los primeros tres meses y alcanza los máximos valores durante el cuarto mes (Cuadro 1), justo antes de realizar la primera poda de hoja para descolgar las plantas del tutoreo. También coincide con el momento en que la planta tuvo mayor cantidad de hojas en promedio de 17, cuando durante el ciclo se mantuvo de 12 a 13 hojas. El tomate tipo bola destaca desde el inicio del ciclo con mayor demanda de agua que el tipo saladete y uva. Los tres tipos de tomate tienen una dinámica similar de consumo de agua por lo que, una vez establecido el cultivo, el suministro de agua debe ser continuo, de lo contrario, se afectará la productividad de las plantas.

El consumo de agua del tomate tipo bola durante el ciclo de  $910\ L\ m^{-2}$ , supera al consumo de  $801\ L\ m^{-2}$  reportado por Ojodeagua (2008) para el mismo genotipo de tomate en la misma zona geográfica. Esta diferencia está asociada al periodo de plantación. El presente experimento se realizó en abril y el periodo de desarrollo coincidió con el periodo caluroso de primavera-verano, mientras que Ojodeagua (2008) trasplantó en agosto cuando aún existen eventos de lluvia que aumentan la humedad en el ambiente, y disminuye la transpiración.

En el caso del tomate saladete tuvo el consumo durante el ciclo de 810 L m<sup>-2</sup>, mientras que en un estudio en Texcoco, Edo. de México con el genotipo saladete Tequila, Flores *et al* (2007) reporta el consumo de agua de 474 L m<sup>-2</sup>. El experimento de Flores *et al* (2007) inició en Agosto, y el presente estudio inició en abril cuando el régimen de altas temperaturas y baja humedad en el ambiente provocan alta transpiración de las plantas, mientras que el microclima del Valle de México en agosto se caracteriza de alta humedad relativa y días nublados del periodo de lluvias, y con menores temperaturas que propician baja transpiración y disminución de la demanda de agua de las plantas.

Cuadro 1. Consumo medio diario de agua de tres tipos de tomate cultivado en suelo.

Mes	Genotipo		
	Gironda L m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup>	Cid L m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup>	Sweet Hearts L m <sup>-2</sup> día <sup>-1</sup>
1	2.1	1.8	1.6
2	4.6	4.1	4.2
3	6.2	5.2	5.4
4	7.1	6.6	6.7
5	6.7	5.7	5.9
6	5.9	5.4	5.4
7	5.2	4.8	5.1

### **Eficiencia de uso del agua de tres tipos de tomate rojo en invernadero**

El tomate tipo bola supera al tomate saladete y uva en el consumo de agua por semana pero tiene mayor capacidad productiva en rendimiento de fruto, lo que resulta con alto valor de eficiencia en el uso del agua que los tomates tipo saladete y uva (Cuadro 2).

El nivel de eficiencia presentado con el tomate tipo bola supera significativamente al tomate tipo uva, y también, en menor grado al tomate saladete. Esta información es de utilidad en el manejo del agua de riego, y para el propósito de planeación basado en la demanda y disponibilidad del agua para su conservación.

El valor de eficiencia de 32.6 kg m<sup>-3</sup> alcanzado con el tomate tipo bola Gironda es menor al reportado por Ojodeagua *et al.* (2008) de 43 kg m<sup>-3</sup> para el mismo genotipo. Durante períodos de invierno benignos, se consigue buena producción como el rendimiento que reporta Ojodeagua *et al.* (2008) de 34.1 kg m<sup>-2</sup>, mientras que en el presente experimento para similar periodo de cosecha se consiguió 29.57 kg m<sup>-2</sup> con el mismo genotipo.

Flores *et al.* (2007) reporta la eficiencia de 35 kg m<sup>-3</sup> de agua para jitomate cv. Tequila que es mayor al obtenido en este estudio con el jitomate cv. Cid de 30.1 kg m<sup>-3</sup>. Esta diferencia se atribuye a la baja demanda de agua presentada durante el periodo de producción en el Valle de México en Texcoco, Edo. de México, porque Flores *et al.* (2007) obtuvo menor rendimiento de fruto que en el presente estudio.

Los valores de eficiencia de uso del agua reportados en este estudio para tomate bola y saladete superan a los reportados para la producción de tomate de tecnología media en España de 21.8 kg m<sup>-3</sup>, pero son menores que los reportados para Holanda en condiciones de alta tecnología de invernaderos con valores de 58.2 kg m<sup>-3</sup> (Salazar *et al.*, 2014); sin embargo son competitivos los valores reportados por Ojodeagua *et al.* (2008) de 43 kg m<sup>-3</sup> para condiciones de tecnología media en México.

Cuadro 2. Eficiencia de uso del agua de riego en tres tipos de tomate rojo cultivado en suelo.

Tipo de tomate	Rendimiento kg m <sup>-2</sup>	Consumo hídrico m <sup>3</sup> m <sup>-2</sup>	EUA kg m <sup>-3</sup>
Bola			
Gironda	29.57 a	0.91 a	32.6 a
Saladete			
El Cid	24.28 b	0.81 b	30.1 b
Uva			
Sweet Hearts	15.68 c	0.82 b	19.1 c
DMS (P≤0.05)	2.32	0.06	1.2

### Absorción de nutrimentos en el suelo por tres tipos de jitomate en invernadero

El tomate tipo bola absorbió hasta 682.4 kg ha<sup>-1</sup> de nitrógeno y superó al tomate tipo saladete y uva. No hubo diferencia entre el tomate saladete y uva en absorción de nitrógeno (cuadro 3). El valor obtenido en este estudio es ligeramente mayor al reportado por Godoy *et al.* (2009) de 617 kg N ha<sup>-1</sup>, pero inferior al reportado Ciampitti y García (2007) de 828 kg N ha<sup>-1</sup> inferido para el rendimiento de 29.6 kg m<sup>-2</sup>. Quesada y Bertsch (2013) reportaron la extracción de 522 kg N ha<sup>-1</sup> para el rendimiento de 16.2 kg m<sup>-2</sup>.

La absorción de fósforo por el tomate tipo bola fue superior a lo absorbido por el tomate saladete y uva (Cuadro 3). El valor de absorción de fósforo de 132.3 kg ha<sup>-1</sup> para tomate tipo bola es superior al valor de 119 kg P ha<sup>-1</sup> para tomate saladete reportado por Ciampitti y García (2007). Este último es similar a la cantidad absorbida por el tomate saladete Cid de 121.4 kg P ha<sup>-1</sup> en el presente estudio, que resulta ser muy superior al dato reportado por Quesada y Bertsch (2013) de 39 kg P ha<sup>-1</sup> para menor rendimiento de 16.2 kg m<sup>-2</sup>.

El tomate tipo bola superó al tomate saladete y uva en la absorción de potasio con 982.6 kg ha<sup>-1</sup>, muy próximo a lo absorbido por tomate uva. El valor obtenido en este estudio es superior al reportado por Godoy *et al.* (2009) de 911 kg K m<sup>-2</sup>, pero menor a los reportado por Segura y Contreras (2015) de 1055 kg K ha<sup>-1</sup>, extrapolado para el rendimiento de 29.6 kg m<sup>-2</sup>.

El calcio es el elemento que mayor absorbe el cultivo de jitomate en el suelo. El tomate tipo bola superó al tomate saladete y uva en la aborción de Calcio con 1105.4 kg Ca ha<sup>-1</sup>, mientras que el tomate tipo uva absorbió 868.9 kg Ca ha<sup>-1</sup>. Estos resultados son superiores a los reportados por Godoy *et al.* (2009) de 578 kg Ca ha<sup>-1</sup>, pero similares a lo reportado por Ojodeagua *et al.* (2008)

que indica la absorción de 1050 kg Ca ha<sup>-1</sup> para el suelo y la absorción de 1052 kg Ca ha<sup>-1</sup> para el tomate producido en hidroponía.

El magnesio es de los macronutrientos que menor cantidad absorbe el cultivo de tomate. El tipo bola y uva, tuvieron similar capacidad de absorción de magnesio, y fueron inferiores a lo absorbido por el tomate saladete. Godoy *et al.* (2009) reporta la absorción de 93.9 kg Mg ha<sup>-1</sup> en tomate bola, el cual es menor que lo absorbido por el tomate tipo uva que tuvo el valor de absorción más bajo de 142.3 kg Mg ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 3. Absorción de macronutrientos de tres tipos de tomate cultivado en suelo en invernadero

Tipo de tomate	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Calcio	Magnesio
	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
Bola	682.4 a	132.3 a	982.6 a	1105.4 a	142.7 b
Saladete	591.3 b	121.4 b	805.2 c	965.1 b	178.5 a
Uva	583.2 b	110.5 c	944.7 b	868.9 c	142.3 b
DMS (P≤0.05)	16.1	9.4	12.6	22.8	5.6

La absorción de hierro por el cultivo de tomate es elevado en el tipo bola que alcanza a absorber hasta 1133 g Fe ha<sup>-1</sup>, y el más bajo lo tuvo el tomate tipo uva. Lopes *et al.* (2014) reporta la extracción de 1820 g Fe ha<sup>-1</sup>, el cual es mucho mayor al obtenido en este experimento. AAIC (2004) menciona cantidades mayores hasta de 7900 g Fe ha<sup>-1</sup> para jitomate, lo cual, indica que el cultivo puede responder a niveles altos de Fe en la planta.

La absorción de Zinc fue similar en el tomate tipo bola y saladete, y estos superaron al tomate tipo uva (Cuadro 4). La absorción estuvo en el rango de 658.3 a 734.8 g Zn ha<sup>-1</sup>, y fue superior a lo reportado por Lopes *et al.* (2014) de 177.2 g Zn ha<sup>-1</sup>, y también superior a lo reportado por AAIC (2004) de 430 g Zn ha<sup>-1</sup>.

La absorción de cobre en el tomate tipo bola y uva fue similar (84.2 y 92.7 g ha<sup>-1</sup>, respectivamente), y estos superaron al tomate tipo saladete que tuvo baja absorción de 77.3 g Cu ha<sup>-1</sup>. Todos los tomates tuvieron menor absorción que el reportado por Lopes *et al.* (2014) con 256 g Cu ha<sup>-1</sup>, y aún más bajos, a lo reportado por AAIC (2004) con 4440 g Cu ha<sup>-1</sup> que probablemente fueron obtenidos en suelos muy altos en cobre.

La absorción de boro por el tomate saladete rebasa lo absorbido por el tomate tipo uva y tipo bola. Los valores fluctuaron de 242.2 a 321.6 g B ha<sup>-1</sup>. Estos valores son ligeramente menores que lo reportado por AAIC (2004) con 430 g B ha<sup>-1</sup>, pero mayores que el valor reportado por Lopes *et al.*, (2014) de 167.71 g B ha<sup>-1</sup>.

La absorción de molibdeno por el tomate tipo bola y saladete fue similar con 22 y 24 g ha<sup>-1</sup>, y fueron menores que lo absorbido por tomate tipo uva con 34 g ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 4. Extracción de micronutrientes de tres tipos de tomate cultivado en suelo en invernadero

Tipo de tomate	Hierro g ha <sup>-1</sup>	Zinc g ha <sup>-1</sup>	Manganeso g ha <sup>-1</sup>	Cobre g ha <sup>-1</sup>	Boro g ha <sup>-1</sup>	Molibdeno g ha <sup>-1</sup>
Bola	1132.7 a	734.8 a	805.9 b	84.2 ab	242.2c	22 b
Saladete	988.5 b	712.5 a	756.3 c	77.3 b	321.6 a	24 b
Uva	878.54 b	658.3 b	878.5 a	92.7 a	287.5 b	34 a
DMS (P≤0.05)	32.4	44.3	42.8	12.6	25.8	8.4

## CONCLUSIONES

El tomate tipo bola Gironda tuvo mayor eficiencia de uso del agua que el tomate saladete Cid y el tomate tipo uva Sweet Heart producidos en suelo en invernadero. Los tomates absorbieron en orden de importancia en cantidad el Ca>K>N>Mg>P>Fe>Mn>Zn>Cu>Mo.

## LITERATURA CITADA

- AAIC (Asociación de Agrónomos Indígenas del Cañar). 2004. Proceso de fertirrigación en el cultivo de tomate en invernadero. 2da. Edición. Quito, Ecuador.
- Alcántar G G y V M Sandoval. 1999. Manual de Análisis Químico de Tejido Vegetal. Guía de Muestreo, Preparación Análisis e Interpretación. Publicación especial número 10 de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Centro de Edafología. Colegio de Posgraduados. 156 p.
- Castellanos J. Z. 2004. Manejo de la fertirrigación en suelo. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. J Z Castellanos (ed). 2a ed. INTAGRI. México. pp:103-123.
- Ciampitti I. A. y García F. O. 2007. Requerimientos Nutricionales, Absorción y Extracción de Macronutrientes y Nutrientes secundarios, II. Hortalizas, Frutales y Forrajeras. Archivo Agronómico No. 12.
- CONAGUA. 2011. Estadísticas del Agua en México, Comisión Nacional del Agua, recuperado el 27 de noviembre de 2011 [www.conagua.gob.mx].
- Flores, J., y Ojeda-Bustamante, W., y López, I., y Rojano, A., y Salazar, I. 2007. Requerimientos de riego para tomate de invernadero. Terra Latinoamericana, 25 (2), pp. 127-134.
- Hatch K, Gonzalo. 2018. Agua subterránea en México: retos y pendientes para la transformación de su gestión.
- Horneck D A, R O Miller. 1998. Determination of total nitrogen in plant tissue. In: Handbook of Reference Methods for Plant Analysis Tissue. Let Plants Speak. Y P Kalra (ed). Soil and Plant Analysis Council. CRC Press, Boca Ratón. pp:75-84.
- Jones J B Jr, B Wolf, H A Mills. 1992. Plant Analysis Handbook: A Practical Sampling, Preparation, Analysis and Interpretation Guide. Micro Macro Publishing Inc. Athens, GA. 213 p.

- Quesada R., G. y Bertsch H., F. 2013. Obtención de la curva de extracción nutrimental del híbrido de tomate FB-17. *Terra Latinoamericana*, 31(1), pp. 1-7.
- Lopes R.S.; Filho R.V.C.; Marquez G.R.; Oliveira R.C.; Teixeira L.M.; Luz J.M.Q. 2014. Acúmulo de micronutrientes em tomateiro Guaraitã. *Horticultura Brasileira* 31: S3146 –S3153.
- Muñoz R.J.J. 2004. La producción de hortalizas bajo invernadero en México. En: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. J Z Castellanos, J J Muñoz R (eds). INTAGRI. México. pp: 14-16.
- Norma Mexicana NMX-FF-031-1997-SCI. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano -hortalizas frescas- tomate- (*Lycopersicum esculentum* Mill.)- Especificaciones.
- Ojodeagua Arredondo, José L.; Castellanos Ramos, Javier Z.; Muñoz Ramos, J. Jesús; Alcántar González, Gabriel; Tijerina Chávez, Leonardo; Vargas Tapia, Patricia; Enríquez Reyes, Sergio. 2008. Eficiencia de suelo y tezontle en sistemas de producción de tomate en invernadero *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31 (4), pp. 367-374.
- SAS Institute. 1999. User's guide. Versión 8. SAS Institute. Cary. NC, USA.
- Salazar M. R., Rojano A. A. y López C. I.L. 2014. La eficiencia en el uso del agua en la agricultura controlada. *Tecnología y Ciencias del Agua*. Vol. 5 (2), pp. 177-183.
- Segura P., M.L., Contreras P., J.I. 2015. Las Extracciones de Nutrientes como Guía para un Manejo Eficiente de la Fertilización– Almería. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera, pp. 1-11.
- Wolfe, M. 2014. Crisis del agua subterránea en México. Dinámica histórica: recursos, lucro y conocimiento en La Laguna, 1930-1970. *Revista de Historia Iberoamericana*, 7 (2): 1-28.

## CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS QUE INFLUYEN EN EL RENDIMIENTO DE SEMILLA DE VARIEDADES DE CEBADA

Miguel A. Avila-Perches<sup>1</sup>; F. Paúl Gámez-Vázquez<sup>1</sup>; Juan J. García-Rodríguez<sup>1</sup>; Ramón Huerta-Zurita<sup>1</sup>; Mauro R. Zamora-Díaz<sup>2</sup>; A. Josué Gámez-Vázquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Km. 6.5 Carr. Celaya – San Miguel de Allende, Celaya, Guanajuato. C.P. 38010. <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. km. 13.5 Carr. Los Reyes-Textcoco, Coatlinchan, Textcoco, Estado de México. C. P. 56250. Autor de correspondencia: [avila.miguel@inifap.gob.mx](mailto:avila.miguel@inifap.gob.mx)

### RESUMEN

La multiplicación de semilla es un proceso que requiere mayor eficiencia en la identificación de los componentes del rendimiento de mayor importancia en la zona de El Bajío, con la finalidad de obtener un elevado rendimiento, en combinación con la más alta calidad de la semilla. Con este objetivo se sembraron siete variedades de cebada en tres fechas de siembra Roque, Celaya, Guanajuato, evaluadas en condiciones de riego, las variables evaluadas fueron rendimiento de semilla, espigas por m<sup>2</sup>, semillas por espiga (SE), altura de planta, longitud de espiga, peso de mil semillas (PMS), semilla comercial (SC) y peso volumétrico (PV). El experimento se estableció con un diseño factorial en bloques completos al azar con un arreglo parcelas divididas. Se estimaron la correlación de Pearson y el análisis de Componentes Principales. Ambos análisis identificaron que el rendimiento tiene una estrecha relación estadística con las variables asociadas con la calidad física de semilla: PV, SC, PMS y SE; sin embargo, el análisis de Componentes Principales identificó un grupo de importancia secundario, conformado por variables relacionadas con el tamaño y número de espigas por superficie.

*Palabras clave: semilla comercial, peso volumétrico, peso mil semillas, espigas m<sup>2</sup>, longitud espiga*

### ABSTRACT

Seed production requires greater efficiency in order to identification the most important yield components in El Bajío Mexican area, in relation to obtain a high yield, combined with the highest seed quality. With this main objective, seven barley varieties were establish on three sowing dates in Roque, Celaya, Guanajuato, evaluated in irrigation conditions, the variables evaluated were seed yield, spikes per m<sup>2</sup>, seeds per spike (SS), height of plant, spike length, weight of a thousand seeds (WTS), commercial seed (CS) and volumetric weight (VW). The experiment was established with a randomized complete block factorial design with an arrangement in divided plots. Pearson's correlation and Principal Components analysis were estimated. Both analyzes identified that the yield has a close statistical relationship with variables associated with seed physical quality: VW,

CS, WTS and SS; however, Principal Components analysis identified a group of secondary importance, consisting of variables related to the size and number of spikes per area.

**Key words:** commercial seed, volumetric weight, weight thousand seeds, spikes m<sup>-2</sup>, spike length.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de cebada es el cuarto cereal más importante a nivel internacional, después de maíz, trigo y arroz (Newman y Newman, 2008). Esta producción se obtiene con la siembra de cerca de 50 millones de ha, donde el rendimiento promedio es de 3.0 t ha<sup>-1</sup>. Los principales países productores son: Rusia, Francia, Alemania, Australia, Ucrania, Canadá, España, Inglaterra, Turquía y Estados Unidos de Norteamérica que en conjunto cosechan cerca del 65 % de la producción mundial de este cereal.

En México, donde se siembran 300,000 ha y se obtiene un rendimiento medio de 2.3 t ha<sup>-1</sup>, el 60 % de la producción total (734,832 t), se utiliza para la extracción de malta que se destina a la industria cervecera, el 34 % se emplea en la alimentación animal, el 2 % para semilla, el 1 % en la alimentación humana y 3 % son pérdidas (COFUPRO, 2003). De acuerdo con SIAP (2017), la producción nacional se concentra en cinco estados, Hidalgo con el 28.9 %, Guanajuato (24.2 %), Tlaxcala (14.4 %), Puebla (8.6 %) y el Estado de México (7.9 %).

La semilla necesaria para establecer la superficie nacional de cebada se produce principalmente en el estado de Guanajuato en condiciones de riego, durante el ciclo otoño-invierno se han establecido hasta 10,000 ha para su producción. Sin embargo, la multiplicación de semilla es un proceso que requiere mayor eficiencia en la identificación de los componentes del rendimiento de mayor importancia en la zona de El Bajío, con la finalidad de obtener un elevado rendimiento, en combinación con la más alta calidad de la semilla, además de considerar el aspecto de rentabilidad económica (Avila *et al.*, 2013).

Entre los componentes del rendimiento de grano que han permitido avances en la identificación de genotipos superiores se encuentra el número de granos por espiga (Budakli y Celik, 2012; Dorostkar *et al.*, 2015). Los estudios de fechas de siembra se consideran importantes por estar relacionadas directamente con la calidad de la semilla (O'Donovan *et al.*, 2012), particularmente por su efecto en el rendimiento, contenido de proteína y tamaño de semilla (Alghabari y Al-Solaimani, 2015).

Al respecto, en El Bajío de México, los genotipos de cebada expresaron mayor número de macollos, número de nudos, altura de planta, peso hectolítrico, peso de mil semillas (PMS) y rendimiento, en las siembras realizadas a finales de otoño (15 de noviembre a 15 de diciembre), mientras que las establecidas a principios del invierno (finales de diciembre y primera quincena de enero) tuvieron los valores menores (Pérez *et al.*, 2016).

En el proceso de mejoramiento genético de cebada y selección de genotipos superiores se ha puesto

mucha atención en mejorar los componentes principales del rendimiento de grano, como el número de semillas por espiga (Dorostkar *et al.*, 2015; Budakli y Celik, 2012). En cebada, Navarrete (2015) y Pérez *et al.* (2016) reportan que el rendimiento de semilla se asoció positiva y significativamente con peso de mil semillas y peso volumétrico. Al respecto, en cebada Shrimali *et al.* (2017) y González (2001) reportaron que la altura de planta influye positiva y significativamente en el rendimiento de grano

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar las características agronómicas que influyen en el rendimiento de semilla de siete variedades de cebada establecidas en tres fechas de siembra.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se estableció en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que está ubicado en la localidad de Roque, municipio de Celaya, Guanajuato, que se localiza en 20° 32' de latitud norte, 100° 48' de longitud oeste y 1,752 metros sobre el nivel del mar (msnm). Su clima es del tipo BS1 hw (w)(e)g que corresponde a semiseco y semicálido, Su precipitación total y temperatura media anual son de 592.8 mm y 19.8 °C respectivamente (García, 2004). El suelo donde se ubicó el experimento es vertisol de textura arcillosa, con pH de 7.6, materia orgánica de 1.6 %, mediano contenido de nitrógeno y fósforo y alta presencia de potasio.

El experimento se manejó bajo un arreglo de parcelas divididas con un diseño experimental de bloques completos al azar con cuatro repeticiones, en la parcela mayor se ubicaron tres fechas de siembra (FS), 30 de noviembre, 20 de diciembre y 10 de enero, mientras que en la parcela menor se establecieron siete variedades de cebada, Adabella, Alina, Armida, Esmeralda, Esperanza, Maravilla, que presentan seis hileras en la espiga y Guanajuato que tiene dos hileras. La unidad experimental consistió de cuatro surcos a doble hilera con una distancia entre surcos de 0.8 m y entre hileras de 0.20 m., con una longitud de cada surco de 3 m.

El cultivo se fertilizó con la fórmula 180-60-00, en la siembra se aplicó todo el fósforo y la mitad del nitrógeno (N), el resto del N se incorporó antes del primer riego de auxilio. Los riegos realizados en el cultivo fueron a los 0, 45, 70 y 90 días o en las etapas de siembra, encañe, espigamiento y llenado de grano. El control de maleza se realizó en la etapa de amacollamiento del cultivo, al aplicar los herbicidas Pinoxaden más Triasulfurón que controlan maleza de hoja angosta y ancha respectivamente, además se realizaron dos escardadas mecánicas (20 y 40 días después de la siembra). La siembra se realizó con una densidad de 100 kg de semilla por ha.

Las variables estudiadas fueron: Rendimiento de semilla (RS): se calculó a partir de la cosecha y trillado de dos surcos centrales de cada parcela de 3 m de longitud, se pesaron y se extrapolaron a  $\text{t ha}^{-1}$ . Espigas  $\text{m}^{-2}$  (EMC): se estimó a partir del número de espigas presentes en  $1 \text{ m}^2$  de cada una

de las parcelas experimentales. Semillas espiga<sup>-1</sup> (SE): se tomaron 10 espigas por parcela experimental aleatoriamente y se realizó un conteo de las semillas contenidas en éstas. Altura de planta (AP): en madurez fisiológica de la semilla, se midieron 10 plantas con un estadal, de la superficie del suelo a la base de la espiga. Longitud de espiga (LE): con una regla, se midieron 10 espigas de la base hasta la punta de estas, se seleccionaron de manera aleatoria dentro de los surcos centrales de cada parcela experimental. Peso de mil semillas (PMS): con una balanza Ohaus Scout® modelo H-5851, se pesaron mil semillas de cada parcela experimental, las cuales se obtuvieron de espigas de manera aleatoria presentes en los surcos centrales de cada experimento. Semilla comercial (SC): se consideró un kg de semilla cosechada en cada parcela experimental y se pasó por una criba de 2.38 mm x 19.05 mm; la semilla que fue retenida se consideró semilla comercial y se reportó en porcentaje. Peso volumétrico (PV): se obtuvo al pesar la semilla de cada unidad experimental contenida en un recipiente con capacidad de un litro, para así reportar los datos en kg hL<sup>-1</sup>.

El análisis estadístico se realizó con el programa SAS (2010) con el que se hizo un análisis de correlación de Pearson entre variables para detectar sus interrelaciones; además de un análisis de componentes principales, con la finalidad de detectar variables correlacionadas dentro de cada componente principal y la importancia de cada una de estos en relación con la varianza explicada por el modelo. Los análisis se realizaron con los procedimientos PROC GLM, PROC CORR y PROC PRINCOMP.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el análisis de correlación de Pearson (Cuadro 1), observamos que los mayores coeficientes relacionados con la expresión del rendimiento de semilla de cebada y con respuesta positiva y significancia estadística ( $p \leq 0.05$ ), se obtuvieron con las variables peso de mil semillas, peso volumétrico, semilla comercial, número de semillas espiga<sup>-1</sup> y altura de planta, las tres primeras integrantes de la calidad física, es decir, con el con el peso, tamaño y densidad de la semilla; es decir, que en la medida en que se tuvo un mayor rendimiento, también se incrementó el peso, tamaño y volumen de semillas, la asociación de peso volumétrico y de mil semillas con rendimiento de semilla de cebada también fue reportado por Navarrete (2015) y Pérez *et al.* (2016), además, la relación de SE y RS está de acuerdo con los resultados de Budakli y Celik (2012) y Dorostkar *et al.* (2015). De forma similar, en la medida en que las variedades fueron más altas, su rendimiento fue mayor, asociado con una mayor biomasa y probablemente con no solo una mayor capacidad fotosintética, sino de translocación de fotosintatos hacia la semilla durante el período de mayor desarrollo y maduración de esta, la influencia del porte de planta en el rendimiento de semilla de cebada, coincide con lo expresado por González (2001) y Shrimali *et al.* (2017)

De esta misma forma se observa que el peso de mil semillas correlacionó positiva y estadísticamente ( $p \leq 0.01$ ) con el porcentaje de semilla comercial y peso volumétrico; es decir con

el tamaño y densidad de la semilla. La relación entre semilla comercial y peso volumétrico se ubicó con uno de los mayores coeficientes de correlación ( $r = 0.75$ ), lo cual se explica con el criterio de selección de semilla comercial, que debe reunir características físicas deseables (masa y volumen). En cuanto a la contribución de la espiga, se observó un coeficiente de correlación negativa y significativa ( $p \leq 0.01$ ) entre el número de semillas por espiga y el número de estas por área ( $m^2$ ); es decir, que entre más espigas por superficie se detectó un menor número de semillas por espiga, lo cual puede asociarse como una medida compensatoria al nivel de planta, en la expresión del rendimiento de semilla de cebada.

Cuadro 1. Coeficientes de correlación de Pearson entre rendimiento de cebada y sus componentes, evaluados en tres fechas de siembra y siete variedades.

Variabes	EMC	SE	AP	LE	PMS	SC	RS
SE	-0.54**						
AP	-0.05**	0.50**					
LE	0.34**	0.09**	0.38**				
PMS	-0.11**	0.52**	0.51**	0.21*			
SC	-0.45**	0.36**	0.43**	0.05	0.79**		
RS	-0.06**	0.48**	0.43**	0.02	0.58**	0.53**	
PV	-0.30**	0.49**	0.62**	0.10	0.68**	0.75**	0.54**

\*\* $: p \leq 0.01$ , \* $: p \leq 0.05$ , EMC: espigas  $m^{-2}$ , SE: Semillas espiga $^{-1}$ , AP; Altura de planta, LE: Longitud de espiga, PMS: Peso de mil semillas, SC: Semilla comercial, RS: Rendimiento de semilla.

Del análisis de componentes principales observamos que con las tres primeras multivariabes se explica el 82.5 % de toda la varianza generada por las tres fechas de siembra y las siete variedades de cebada evaluadas en campo por su rendimiento y componentes de este. Donde en el primer componente principal (CP1) las variables originales de mayor importancia por sus valores característicos fueron el porcentaje de semilla comercial, peso volumétrico y el peso de mil semillas. Dentro del CP2, las variables originales con mayores valores de autovector fueron el número de espigas  $m^{-2}$  y la longitud de espigas, pero ambas ubicadas en un componente principal con menor valor característico. En la Figura 1 se observa que la importancia del CP1, por la varianza que explica permitió hacer dos grupos diferentes de variables, el primero conformado por los componentes del rendimiento relacionados con la semilla (PV, SC, PMS, RS y SE) y la altura de planta, ubicadas en los cuadrantes I y IV y correlacionadas entre sí. El segundo grupo se conformó con las variables relacionadas con la espiga (longitud y espigas  $m^{-2}$ ), que se correlacionaron al estar agrupadas en el CP2, que explica un menor porcentaje de la varianza total generada por todas las variables de las tres fechas de siembra y siete variedades evaluadas.

Cuadro 2. Vectores característicos y proporción de varianza explicada por los tres primeros componentes principales (CP) en el estudio del rendimiento de semilla de siete variedades de cebada.

Componentes Principales	
-------------------------	--

Variables originales	CP1	CP2	CP3
Espigas m <sup>2</sup>	-0.200	0.643	0.347
Semillas espiga <sup>-1</sup>	0.364	-0.208	-0.507
Altura de planta	0.361	0.301	-0.314
Longitud espiga	0.092	0.636	-0.461
Peso mil semillas	0.414	0.157	0.358
Semilla comercial	0.441	-0.126	0.181
Rendimiento	0.360	0.066	0.369
Peso volumétrico	0.436	0.008	0.111
<b>Valor característico</b> 3.95	1.54	0.86	
<b>Porcentaje de varianza explicado</b>	50.4	20.3	11.8

Ambos análisis estadísticos identifican que el rendimiento tiene una estrecha relación estadística con las variables asociadas con la calidad física de semilla: PV, SC, PMS y SE, en ese orden de importancia; sin embargo, el análisis de Componentes Principales identificó un grupo de importancia secundario, conformado por variables relacionadas con el tamaño y número de espigas por superficie.

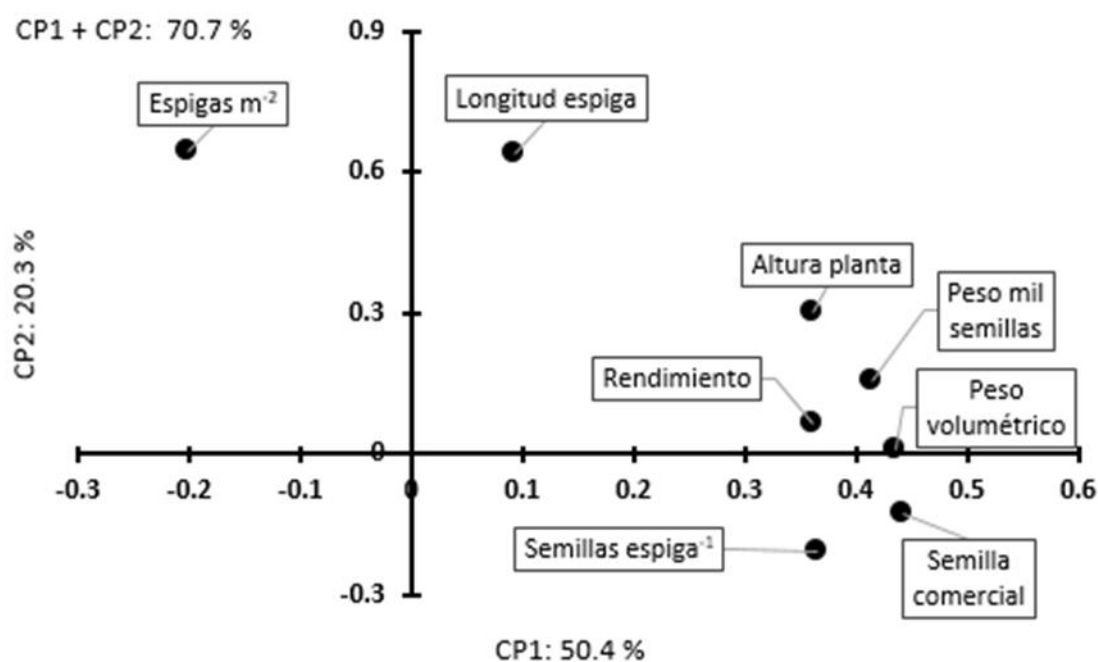


Figura 1. Dispersión y relación del rendimiento, sus componentes y altura de planta de siete variedades de cebada en tres fechas de siembra.

## CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos podemos concluir que los componentes de mayor importancia asociados estrechamente con el rendimiento fueron el peso volumétrico, semilla comercial, peso de mil semillas y el número de semillas por espiga. Además, el análisis de componentes principales, detectó que el número de espigas m<sup>-2</sup> y la longitud de estas, definidas previamente en

el desarrollo fenológico del cultivo, se conformaron en un grupo secundario, relacionado con el rendimiento

## LITERATURA CITADA

- Alghabari F., Al-Solaimani S. G. 2015. Effect of sowing date and nitrogen fertilization on growth, yield and yield components of barley (*Hordeum vulgare* L.). International Journal of Innovation and Scientific Research 18 (1): 136-140.
- Avila P. M., Dorantes G. J. R. A., Hernández C. R., Zamora D. M. R., Solano H. S, Huerta Z. R. 2013. Fertilización y densidad de siembra en el rendimiento y calidad de semilla de cebada maltera. In: Rangel L. J. A; Raya P. J. C; Cervantes O. F; Aguirre M. C. I; Ramírez P. J. G y Mendoza E. M (Ed.). Primer Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. SOMECTA Roque, Celaya, Guanajuato. pp: 93-101.
- Budakli E, Celik N. 2012. Correlation and path coefficient analyses of grain yield and yield components in two-rowed of barley (*Hordeum vulgare* convar. *distichon*) varieties. Notulae Scientia Biologicae 4(2):128-131.
- COFUPRO. 2003. Programa estratégico de investigación y transferencia de tecnología de la cadena cebada. Coordinadora Nacional de Fundaciones Produce, A.C. Mayo 2003. [En Línea] Disponible:<http://www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit16.pdf>. (octubre de 2016).
- Dorostkar S., Pakniyat H., Kordshooli M. A., Aliakbari M., Sobhanian N., Ghorbani R., Eskandari M. 2015. Study of relationship between grain yield and yield components using multivariate analysis in barley cultivars (*Hordeum vulgare* L.). International Journal of Agronomy and Agricultural Research 6(4): 240-250
- García E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Cuarta Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. 125 p.
- González R. A. 2001. Estudio de caracteres fenológicos, agronómicos, morfológicos y fisiológicos en relación con la tolerancia al estrés hídrico en cebada. Tesis de Doctor en Ciencias. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Ciencias Biológicas. Madrid, España. 332 p.
- Navarrete R. D. 2015. Rendimiento y calidad de grano en líneas experimentales de cebada de dos hileras (*Hordeum distichum* L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Newman R. K. Newman C. W. 2008. Barley History: Relationship of Humans and Barley through the Ages. In: Newman R. K. and W. Newman C. (Ed.) Barley for Food and Health. Science, Technology and Products. John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, USA, 1-18.

- O'Donovan J. T., Turkington T. K., Edney M. J., Juskiw P. E., McKenzie R. H., Harker K. N., Clayton G. W., Lafond G. P., Grant C. A., Brandt S., Johnson E. N., May W. E., Smith E. 2012. Effect of seedling date and seedling rate on malting barley production in western Canada. *Can. J. Plant Sci.* 92: 321-330.
- Pérez R. J. A., Zamora D. M., Mejía C. J. A., Hernández L. A., Solano H. S. 2016. Evaluación de 10 genotipos de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en cinco fechas de siembra y dos ciclos agrícolas. *Agrociencia* 50(2): 201-213.
- SAS, Statistical Analysis System Institute. 2010. The SAS system for Windows user's guide. Release 9.3. SAS Institute Inc. Cary, N.C., USA.
- Shrimali J., Shekhawat A. S., Kumari S. 2017. Correlation and path analysis studies in barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes under Normal and Limited Moisture Conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 6(8):1850-1856.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2017. Anuario estadístico de la producción agrícola. Información disponible en: [http://infosiap.siap.gob.mx/agricola\\_siap\\_gb/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/agricola_siap_gb/icultivo/index.jsp) (abril de 2017).

## PEROXIDO DE HIDROGENO COMO METODO DE CONTROL CONTRA PATOGENOS DE RAIZ

Vargas-Villalobos Ariadna Valeria\*<sup>1</sup>; Guerrero-Aguilar Brenda Zulema<sup>2</sup>; González-Chavira Mario<sup>2</sup> y Pons-Hernández José Luis<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Roque, km 8 carretera Celaya-Juventino Rosas, Gto. México, <sup>2</sup>Inifap km 6.5 carretera Celaya-San Miguel Allende Gto., México. \*Autor de correspondencia de correspondencia:

[ari.empresarial@gmail.com](mailto:ari.empresarial@gmail.com)

### RESUMEN

El incremento de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos presentes en los cultivos agrícolas es un desafío continuo para los agricultores, lo que los ha obligado a la aplicación de grandes cantidades de fungicidas para su control. Buscando alternativas al uso de pesticidas hay un creciente interés en el uso de compuestos que sean seguros para el ser humano y el ambiente. Una alternativa a la aplicación de fungicidas, es el uso del peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). En base a lo anterior, este trabajo tuvo como objetivo identificar las diluciones de peróxido de hidrogeno, en las que dejan de crecer in vitro los patógenos *Phytophthora capsici*, *Fusarium sp.*, *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseolina* y *Rhizoctonia solani*, para esto se utilizaron cinco diluciones de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (5,10,25,50 y 100%), aplicándolas con tres técnicas; círculos de papel filtro, adición de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sobre el medio de cultivo y la adición de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en el medio de cultivo. se encontró que la mejor técnica de aplicación es agregándolo al medio de cultivo. La concentración más baja de 5% inhibió completamente el crecimiento de *P. capsici* y *Sclerotium rolfsii*, por lo que pueden considerarse como muy sensibles al peróxido. *Fusarium oxysporum* paro su crecimiento al 10% de peróxido, por lo que puede suponerse que es medianamente sensible a este desinfectante y *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* y *Macrophomina phaseolina* dejaron de crecer cuando la concentración de peróxido fue del 25%, esto los hace los patógenos más resistentes a este desinfectante.

**Palabras clave:** peróxido de hidrogeno, marchitez, pudriciones radiculares.

### INTRODUCCIÓN

Entre los factores limitantes más importantes para la producción en México y en el mundo están las enfermedades. Entre estas destacan las causadas por patógenos de suelo, tales como *Phytophthora capsici*, *Fusarium sp.*, *Sclerotium rolfsii*, *Macrophomina phaseolina* y *Rhizoctonia solani* entre otros. Este complejo de especies causa enfermedades devastadoras incluyendo Marchitez y Podredumbre Radicales en gran número de cultivos de gran importancia económica, por lo que son considerados dentro de los patógenos más importantes ya que, en función de las condiciones ambientales, los ecotipos y la cantidad de inóculo en el suelo puede causar entre el 60 y el 80% de las pérdidas en los cultivos (Ashworth, *et al.* 1981; Kaur, *et al.* 2012; Guerrero *et al.*,

2015). Una de las estrategias más usadas para controlarlos es el uso de fumigantes y fungicidas. Pero su empleo indiscriminado ha ocasionado selección de resistencia, problemas de contaminación ambiental y de salud pública (Zavaleta-Mejía, 1999; Parra y Ristaino, 2001). La creciente preocupación por el daño causado por el uso de pesticidas a la salud humana y el medio ambiente, ha generado un creciente interés en el uso de compuestos que sean seguros para el ser humano y el ambiente. Una alternativa a la aplicación de fungicidas, es el uso del peróxido de hidrógeno ( $H_2O_2$ ) cuyo mecanismo de acción consiste en la oxidación de los grupos sulfhidrilo y los dobles enlaces de los enzimas, provocando una modificación conformacional de las proteínas ocasionando la pérdida de su función y, por lo tanto, la muerte celular. A nivel de esporas el peróxido puede trasladar su poder oxidante a la desorganización del ácido dipicolínico, la molécula que da la capacidad de resistencia a las esporas. Así pues, vemos que la acción desinfectante del peróxido de hidrogeno está basada en hacer vulnerables las estructuras de protección, alterando la conformación de las paredes celulares y permitiendo el acceso al interior de estos organismos, para dañar a otras estructuras como el ADN. El agua oxigenada o peróxido de hidrógeno es el único agente germicida compuesto sólo de agua y oxígeno, por lo que está considerado el desinfectante natural más seguro (Baldry, 1983; Chapman, 1998). En base a lo anterior, se planteo este trabajo, cuyo objetivo fue identificar las concentraciones de peróxido de hidrogeno, en el que dejan de crecer *in vitro* los patógenos *Phytophthora capsici*, *Fusarium sp.*, *Sclerotium rolfii*, *Macrophomina phaseolina* y *Rhizoctonia solani*.

## **MATERIALES Y METODOS**

El presente trabajo se realizó en el laboratorio de biotecnología en el Campo Experimental Bajío del INIFAP ubicado en Celaya Guanajuato. Los hongos usados fueron cepas de *Macrophomina phaseolina*, *Sclerotium rolfii* y *Fusarium solani*, patógenos de garbanzo; además de las cepas de *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, y *Phytophthora capsici* patógenos de plantas de chile

Se prepararon cuatro diluciones de peróxido de hidrogeno de 1:1, 1:10, 1:20, 1:50, y la solución concentrada de peróxido al 50% y el control sin aplicación de peróxido. Para hacer las diluciones se utilizó agua destilada estéril. Los experimentos se realizaron *in vitro* utilizando cajas con medio de cultivo PDA y tres técnicas de aplicación del peróxido de hidrógeno.

### **Variable de respuesta**

Todos los experimentos se hicieron por duplicado y a las 48 horas se observó si existía o no crecimiento de micelio de cada hongo.

### **Técnicas de aplicación**

#### **Discos de papel filtro**

Se hicieron discos de papel filtro de un diámetro de 10 mm, con la ayuda de una perforadora. Se esterilizaron y se sumergieron en las diferentes diluciones de peróxido de hidrogeno. Para la

confrontación, en cada caja petri, se colocaron fragmentos de micelio de cada patógenos de 8 mm de diámetro y enfrente de cada uno de ellos se colocó un disco empapado con la dilución correspondiente al tratamiento. Se incubaron a temperatura ambiente.

#### **Adición de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sobre el medio de cultivo**

Se tomó una caja de medio de cultivo y se le adiciono 100µl de las diferentes diluciones de peróxido de hidrogeno y con una varilla de vidrio se esparció sobre la caja, se dejó secar y posteriormente se colocaron los fragmentos de cada uno de los patógenos y se observó su crecimiento.

#### **Adición de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> en el medio de cultivo**

En este caso las diluciones de peróxido se hicieron agregando diferentes cantidades de la solución concentrada del peróxido de hidrogeno directamente al medio de cultivo, antes del vaciarlo en cajas Petri. Una vez solidificado, en cada caja se colocaron los fragmentos de micelio de cada patógeno y se observó su crecimiento.

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

En el Cuadro 1 se muestra el efecto en el crecimiento de los patógenos de las diferentes técnicas de aplicación y de las diluciones del peróxido de hidrogeno usadas. En él se puede apreciar que la técnica de aplicación que mejor funciono fue la adición en el medio de cultivo, esto puede ser debido a que hay una distribución uniforme del peróxido por toda la caja petri, permitiendo un mejor contacto con el patógeno y potenciando de esta manera su efecto. Esto coincide con lo reportado por Al-Mughrabi en el 2006, que utilizando esta misma forma de aplicación del peróxido, logro la inhibición del crecimiento de 40 diferentes aislados de *Phytophthora erythroseptica*. En cuanto a las otras dos técnicas de aplicación se puede notar que la técnica de la adición sobre el medio de cultivo fue la que presento mayores inconsistencias en cuanto permitir el crecimiento de los patógenos, esto puede ser porque no se haya esparcido uniformemente el peróxido en toda la caja,

En cuanto al crecimiento de los patógenos en las diferentes diluciones de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, se observó que en la concentración más baja de 5% inhibió completamente el crecimiento de *P. capsici* y *Sclerotium rofsii*, por lo que esta concentración podría usarse para el control de estos dos patógenos, estos resultados son similares a los encontrados por Cuervo-Usán, *et al.*, en 2014, que reportan que *Phytophthora* desaparece a la dosis más baja de peróxido que usaron para desinfectar el suelo (0.128 ml/kg de suelo), por lo que podemos considerar que este patógeno es muy sensible a este desinfectante. *Fusarium oxysporum* paro su crecimiento hasta que la concentración se aumentó al 10% de peróxido y *Rhizoctonia solani*, *Macrophomina phaseolina* y *Fusarium solani* solo dejaron de crecer cuando la concentración de peróxido fue del 25% (figura 1), esto los coloca como los patógenos más resistentes a este desinfectante. Es importante resaltar que, con las técnicas de aplicación de adición en el medio y usando discos de papel, se logró identificar una concentración

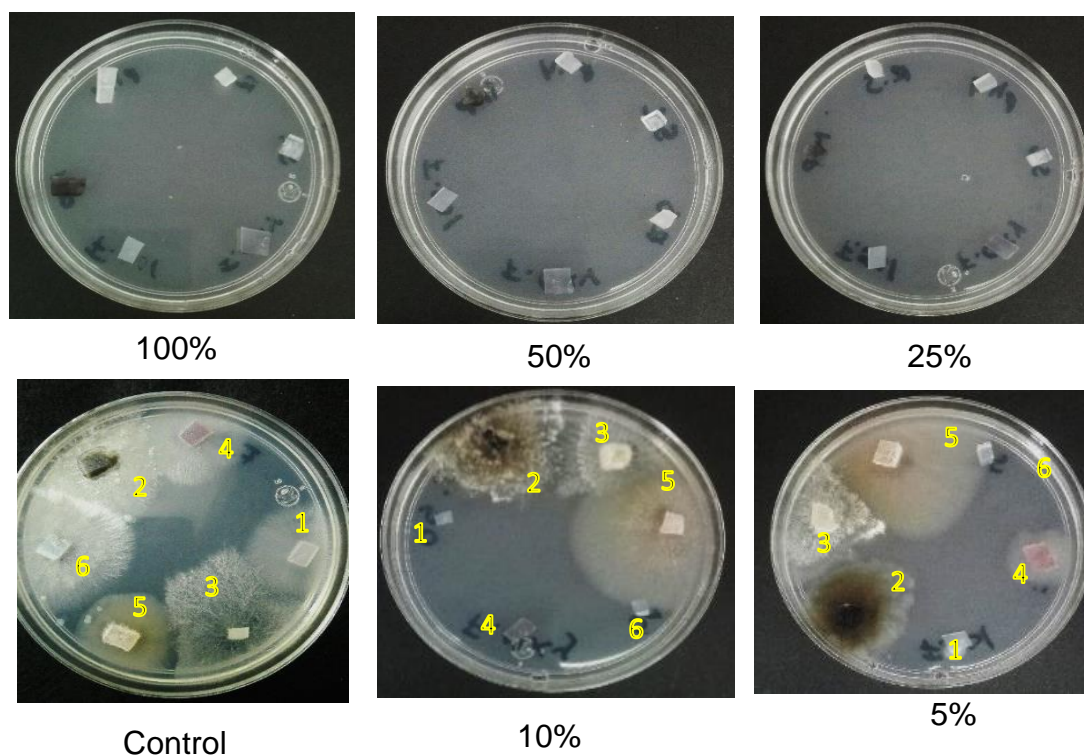
que elimina a todos los patógenos que se evaluaron en este trabajo y que conforme se incrementaba la concentración de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> aumentaba la inhibición del crecimiento de las diferentes especies de patógenos. Esta tendencia similar a lo reportado por otros trabajos que utilizaron este desinfectante contra varias especies de patógenos. Cuervo-Usán, *et al.* en 2014, usando dosis crecientes de peróxido para desinfectar suelo, reportan la eliminación de *Phytophthora*, *Brotytis*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma* y *Rhizopus*. De igual forma Abdel-Monaim, *et.al.*, en el 2012, tratando plántulas de tomate con diferentes dosis de peróxido de hidrogeno, lograron disminuir las enfermedades radiculares causadas por *Fusarium solani*, *Fusarium oxisporum* y *Rhizoctonia solani*.

**Cuadro 1.** Crecimiento de patógenos en diferentes diluciones de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Crecimiento de Patógenos causantes de la pudrición de raíz																		
Rep.	Discos de papel filtro						Adición sobre el medio						Adición en el medio					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<b>Conc. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub></b>																		
<b>100%</b>	R1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	R2	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>50%</b>	R1	-	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
	R2	-	+	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<b>25%</b>	R1	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
	R2	-	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
<b>10%</b>	R1	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-
	R2	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-
<b>5%</b>	R1	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	-
	R2	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-
<b>Control</b>		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

-sin crecimiento, + con crecimiento, 1) *Phytophthora capsicii*, 2) *Macrophomina phaseolina*, 3) *Rhizctonia solani*, 4) *Fusarium oxysporum*, 5) *Fusarium solani*, y 6) *Sclerotium rolfsii*.

**Figura 1.** Crecimiento de patógenos en las diferentes diluciones de peróxido adicionado al medio de cultivo PDA 1)



1) *Phytophthora capsici*, 2) *Macrophomina phaseolina*, 3) *Rhizoctonia solani*, 4) *Fusarium oxysporum*, 5) *Fusarium solani*, y 6) *Sclerotium rolfii*.

## CONCLUSIONES

La mejor técnica de aplicación del peróxido in vitro es agregándolo al medio de cultivo. La concentración más baja de 5% inhibió completamente el crecimiento de *P. capsici* y *Sclerotium rolfii*, por lo que pueden considerarse como muy sensibles al peróxido. *Fusarium oxysporum* para su crecimiento hasta que la concentración se aumentó al 10% de peróxido, por lo que puede suponerse que es medianamente sensible a este desinfectante. *Fusarium solani*, *Rhizoctonia solani* y *Macrophomina phaseolina* dejaron de crecer cuando la concentración de peróxido fue del 25%, esto los hace los patógenos más resistentes a este desinfectante.

## AGRADECIMIENTOS

Los resultados son parte del proyecto fiscal: “Desarrollo y transferencia de tecnologías sustentables para la producción de chile y jitomate en campo e invernadero”, No. 167834791

## LITERATURA CITADA

Abdel-Monaim, M.F., M.A.W. Abdel-Gaid and H.A.H. Armanious. 2012. Effect of chemical inducers on root rot and wilt diseases, yield and quality of tomato. Int. J. Agric.Sci. 2(7): 210 – 220.

- Al-Mughrabi, K. 2006. Sensitivity to Hydrogen Peroxide in vitro of North American Isolates of *Phytophthora erythroseptica*, the Cause of Pink Rot of Potatoes. *Plant Pathology Journal* 5(1): 7 – 10.
- Ashworth, L.J., Huisman, O.C., Weinhold, A.R. & Hancock, J.G. 1981. Estimating Yield Losses Caused by Soil-Borne Fungi. In: *Crop Loss Assessment Methods. Supplement 3.* Chiarappa, L. (ed.) pP. 91-95. FAO. CAB. England, U. K.
- Baldry, M.G. 1983. The bactericidal, fungicidal and sporicidal properties of hydrogen peroxide and peracetic acid. *J Appl Bacteriol.* 54(3):417-23.
- Chapman, J.S. 1998. Characterizing bacterial resistance to preservatives and disinfectants. *International Biodeterioration & Biodegradation Journal.* 41: 241-245
- Cuervo-Usán, Y., P. Tornos-Mauri, J.C. Hernández-Domínguez, D. Orihuela-Calvo, M.E. Domínguez-Hernández y E. Moreno-Martínez .2014. Eficacia de peróxidos en la desinfección de suelos aptos para el cultivo de fresa en el Mediterráneo. *Rev. Fitotec. Mex.* 37(4): 393 – 398.
- Guerrero-Aguilar, Brenda Z., Acosta-Gallegos, Jorge A., Sánchez-García, Bertha M., Ortega-Murrieta, Pedro F., & González-Chavira, Mario M. (2015). Razas patogénicas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* en garbanzo cultivado en Guanajuato, México. *Revista fitotecnia mexicana*, 38(2), 183-190.
- Kaur, R., J, Kaur and R. S. Singh. 2012. Biological control of soilborne diseases of vegetables in India. *Plant Disease Management Reports* 1: V019. Online publication. doi:10.1094/PDMR06.
- Parra G., and J. B. Ristaino. 2001. Resistance to mefenoxan and metalaxyl among field isolates of *Phytophthora capsici* causing *Phytophthora* blight of bell pepper. *Plant Diseases* 85:1069-1075.
- Zavaleta-Mejía, E. 1999. Alternativas de manejo de las enfermedades de las plantas. *Terra* 17: 201-207.

## CARACTERES AGRONÓMICOS Y RENDIMIENTO DE MESTIZOS DE MAÍZ PRODUCIDAS EN EL TNM-ROQUE

Gerardo Luna-Modesto<sup>1</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2</sup>; Daniel Rodríguez-Mercado<sup>2</sup>;  
Francisco Cervantes-Ortíz<sup>2</sup>; Lorenzo Licea-Rojas<sup>2</sup> y Francisco Chablé-Moreno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Agronomía, Tecnológico Nacional de México-Roque, <sup>2</sup>Profesor-Investigador, Tecnológico Nacional de México-Roque. Email: [fchable4oct@hotmail.com](mailto:fchable4oct@hotmail.com)

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar mestizos de maíz blanco producidas en el TNM-Roque. Se obtuvieron al cruzar una línea endogámica (S<sub>5</sub>) y una población probador, para mejorar la calidad fisiológica de las semillas. En Guanajuato se siembra el 80% de la superficie de temporal con semillas criollas, limitando sus bajos rendimientos. El Trabajo se desarrolló en el TNM-Roque, en Celaya, Guanajuato. Se evaluaron seis progenitores endogámicos (S<sub>5</sub>) considerados machos, (DK2031), (NB9), (Magno), (GQ1), (Mitos) y (Jabalí) con tres poblaciones regionales: Carrizales, San Martín y Cañajo hembras receptoras de polen. El diseño experimental fue en bloques completos con 2 repeticiones y 9 tratamientos. Las variables evaluadas fueron: rendimiento de grano, altura de planta y mazorca, longitud de espiga, peso y longitud de mazorca, diámetro de mazorca, número y granos por hilera, granos totales. Los datos se analizaron mediante un ANAVA con el paquete SAS (v 9.0), y se aplicó la prueba de comparación de medias (Tukey  $\alpha$  0.05). Los resultados del ANAVA arrojaron diferencias altamente significativas y significativas, la altura de planta en el mestizo 8 presentó la mayor altura 222 cm, el mestizo 2 con promedio más bajo fue de 168 cm. La altura de mazorca en el mestizo 4 en promedio el valor más alto con 121 cm; sin embargo, el valor promedio más bajo fue el mestizo 3 con 75 cm. La mayor longitud de mazorca fue para el mestizo 8 con valor promedio de 21.37 cm, y el de menor longitud el mestizo 3 con 16.9 cm, para peso de mazorca el mestizo 8 fue de 331.9 g mientras que el mestizo de menor peso fue el 3 con 194.4 g. La estimación de rendimientos en campo se destacó el mestizo 8 con 12.4 tha<sup>1</sup> estadísticamente superior a los otros mestizos evaluados.

*Palabras clave: Maíz, mestizo, rendimiento, variables agronómicas.*

### ABSTRACT

The objective of the present work was to evaluate white corn mestizos produced in the TNM-Roque. They were obtained by crossing an inbred line (S<sub>5</sub>) and a tester population, to improve the physiological quality of the seeds. In Guanajuato, 80% of the temporary surface is sown with Creole seeds, limiting their low yields. The Work was completed at the TNM-Roque, in Celaya, Guanajuato. Six inbred progenitors (S<sub>5</sub>) specifically male, (DK2031), (NB9), (Magno), (GQ1), (Myths) and (Wild boar) were evaluated with three regional populations: Carrizales, San Martín

and Cañajo, female pollen recipients. The experimental design was in complete blocks with 2 repetitions and 9 treatments. The variables evaluated were: grain yield, plant and ear height, spike length, ear weight and length, ear diameter, number and grains per row, total grains. The data was analyzed using an ANOVA with the SAS package (v 9.0), and the media comparison test (Tukey  $\alpha$  0.05) was applied. The results of the ANOVA showed highly significant and variable differences, the height of the plant in the mestizo 8 presented the greatest height 222 cm, the mestizo 2 with the lowest average was 168 cm. The ear height in mestizo 4 on average the highest value with 121 cm; however, the lowest average value was mestizo 3 with 75 cm. The longest ear length was for the mestizo 8 with an average value of 21.37 cm, and the shorter the mestizo 3 with 16.9 cm, for the weight of the ear the mestizo 8 was 331.9 g, while the mestizo with the lowest weight was 3 with 194.4 g The evaluation of yields in the field highlighted the mestizo 8 with 12.4 tha<sup>-1</sup> statistically superior to the other mestizos evaluated.

**Key words:** *Corn, mongrel, yield, agronomic variables.*

## INTRODUCCIÓN

El maíz es un alimento básico para los países en vías de desarrollo (Preciado-Ortiz *et al.*, 2013). Es el cereal de mayor consumo, se puede realizar en forma directa o indirecta, mediante procesos de diferentes productos como tortillas, totopos, tamales, pozole entre otros (Vázquez-Carrillo *et al.*, 2011). De los cereales, el maíz es uno de los más importantes en el mundo, se emplea para consumo humano, pecuario y en la industria se utiliza para la producción de almidón, glucosa, dextrosa, fructuosa, aceites, botanas y etanol (FIRA, 1998). Se emplea también en la elaboración de algunas bebidas alcohólicas y otros productos utilizados como materia prima, en las industrias minera, textil, electrónica, farmacéutica, alimentaria y en la elaboración de alimento balanceado y forraje para animales (Polanco y Flores, 2008). Es un recurso importante de tipo dietético por sus propiedades nutrimentales proteína, vitaminas, minerales y lípidos (Preciado-Ortiz *et al.*, 2013).

Constituye parte fundamental de la dieta de los mexicanos, su consumo *per cápita* 196.4 kg anual, se consume 13 millones de toneladas en tortilla, teniéndose autosuficiencia en maíz blanco (INIFAP, 2011); mientras a partir del 2013 la importación superó los 13.5 millones de t, de las cuales 10.1 millones de toneladas correspondieron a importaciones de maíz blanco y 3.4 millones de toneladas fueron de grano amarillo (Quiroga, 2014). En México, en 2012, se sembraron 7.3 millones de ha de maíz y se obtuvo una producción de 22.07 millones (3.19 t ha<sup>-1</sup>), con 7.5 y 2.2 t ha<sup>-1</sup>, en riego y temporal, respectivamente (SIAP, 2014).

Los principales Estados productores en riego y de temporal en ciclo primavera-verano hasta Agosto 2018 fueron Sinaloa, Guerrero, San Luis Potosí, Baja California Sur y Coahuila con una producción total en toneladas y rendimiento (t/ha) de 604,508 y 9.823, 8138 y 2.777, 7829 y 4.129, 6673 y 6.314, 4004 y 3.889, respectivamente. (SIAP, 2018). En 2016, la producción anual de maíz en

Guanajuato ascendió 1.4 millones de t, producidas bajo condiciones de riego, en una superficie sembrada de 162 mil ha, con un rendimiento de 8.9 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2016). México, se siembran distintos tipos de semillas, entre las que destacan los híbridos, variedades sintéticas, mestizos en poca cantidades (Ng *et al.*, 2012).

La problemática principal que enfrentan los productores es no contar con semilla híbrida por los altos costos, falta de ingresos económicos o de apoyos gubernamentales para adquirir la semilla, una alternativa a la semilla híbrida es la producción de semillas de mestizos de maíces. Para formar híbridos se requiere cruzar líneas endogámicas de maíz (Bejarano, 2003) y realizar la evaluación de cruza dialélicas (Sánchez-Ramírez *et al.*, 2017) para seleccionar los híbridos más rendidores. En el caso de los mestizos se producen mediante la cruce entre líneas y una población probadora o probador (líneas, variedades), los cuales se caracterizan por ser probadores adecuados y con base en su aptitud combinatoria (Márquez 1988), estas características se evalúa por el comportamiento productivo, sus ventajas para los agricultores es mejorar los bajos rendimientos (Sahagún *et al.*, 2013). El objetivo de la presente investigación consiste en evaluar las características agronómicas y de rendimiento de mestizos producidos en el Instituto Tecnológico de Roque.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo experimental se desarrolló en el campo experimental agrícola del TNM-Roque, ubicado en el km. 8 Carretera Celaya-JR, en las coordenadas 20°34'59.12" de latitud Norte y 100°49'41.16" de latitud Oeste, con una altitud de 1775msnm. En la región de Celaya el clima predominante es semi-cálido, sub-húmedo con una temperatura media de 21°C y precipitación pluvial que varía de 600 hasta 1,000 mm anual. Los suelos predominantes en la región son vertisol pélico crómico. Estos son de textura arcillosa, planos, de reacción ligeramente alcalina, fértiles y aptos para una gran variedad de cultivos.

Los mestizos evaluadas fueron 9 selecciones, los progenitores machos fueron el 2 (DK2031) ciclo intermedio, con días a floración de 67.5 y altura de mazorca de 1.45 m; el progenitor 3 (NB9) ciclo intermedio, con días a floración de 76 y altura de mazorca de 1.45 m; el progenitor 4 (Magno) ciclo intermedio, con días a floración de 83 y altura de mazorca de 1.3 m; el progenitor 7 (GQ1) ciclo precoz, con días a floración de 63.5 y altura de mazorca de 1.45 m; el progenitor 8 (Mitos) ciclo Intermedio, con días a floración de 66 y altura de mazorca de 1.42 m; el progenitor 10 (Jabalí) ciclo Intermedio, con días a floración de 86 y altura de mazorca de 1.25 m; mientras que las poblaciones después de dos ciclos de selección masal correspondieron a las hembras las cuales fueron Carrizales del municipio de Juventino Rosas, San Martín de Juventino Rosas y Cañajo de San Miguel de Allende.

La preparación del terreno, consistió en un barbecho, dos pasos de rastra, y el surcado. La siembra, la fertilización y las labores culturales se llevaron a cabo conforme a las indicaciones técnicas del INIFAP-CAEB Celaya, se estableció una densidad de población de 75,000 plantas ha. El control de malezas en post emergencia se realizó con la aplicación de Sansón (I.A. Nicosulfuron) en segunda aplicación fue 2,4-D Amina (Sal dimetilamina), finalmente se realizó un deshierbe manual. Para el control del Trips se aplicó Cipermetrina ((±)- $\alpha$ -ciano-3-fenoxibencil (±)cis,trans-3-(2,2-diclociclopropanocarboxilato), seguido de fumigar con malatión (dietil (dimetoxitiofosforil) succinato). Para el control del gusano cogollero Lorsban tipo granulado 3% (I.A Clorpirifos etil). Los ensayos fueron sembrados el 11 de marzo de 2019 en el ciclo (P-V, 2019). Los tratamientos de los mestizos fueron: 1) [Carrizales x Mitos], 2) [San Martí x Magno], 3) [Carrizales x magno], 4) [SMartín x GQ1], 5) [(Jabalí x NB9) x Cañajo], 6) [Cañajo x (Jabalí x DK2031)], 7) [SMartín x Jabalí], 8) [(Carrizales x (GQ1xMag)], 9) [(Cañajo (Mitos x NB9)].

El diseño experimental fue un diseño en bloques con distribución completamente al azar con dos repeticiones. La parcela experimental consistió de dos surcos de 5 m de longitud y 0.8 m de anchura (4 m<sup>2</sup>). Las variables evaluadas fueron: Rendimiento de grano (Rend) al 14% de humedad y extrapolado a kg ha<sup>-1</sup>), Altura de planta (AltPl), Altura de mazorca (AltMz), Longitud de espiga (LEsp), Peso de mazorca (PMz), Longitud de mazorca (LMz), Número de hileras (Nhil), Granos por hilera por (Ghil), Granos totales (Gtot), Diámetro de mazorca (DMz). El análisis de los datos fueron sometidos a un análisis de varianza con el paquete SAS (v 9.0), de Microsoft de Windows y los tratamientos con diferencias estadísticas se sometieron a prueba de comparación de medias Tukey ( $\alpha$ , 0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza de las variables agronómicas y de rendimiento presentaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las variables AltPl, AltMz y Pe100; mientras que presentó diferencia significativa ( $P \leq 0.05$ ) la variable GrHil; las variables LEsp, PeMz, LMz, NoHil, GrTot y DMz no presentaron diferencias estadísticas (ns) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza de variables agronómicas y de rendimiento de genotipos mestizos de maíz evaluados en el TNM-Roque en ciclo primavera verano 2019

FV	gl	Cuadrados medios									
		AltPl	AltMz	LEsp	PeMz	LMz	NoHil	GrHil	GTot	DMz	Pe100
Blq	1	0.002ns	0.0072ns	11,179ns	67.93ns	0.092ns	0.22ns	0.44ns	213.55ns	0.0002ns	0.43*
Cruzas	8	0.47**	0.062**	7.19ns	3854.77ns	3.68ns	1.32ns	9.50*	4294.56ns	0.231ns	54.96**
Error	8	0.079	0.002	3,12	1289.45	16.70	1.094	1.89	2998.36	0.09	0.063
Total	17	0.654	0.52	93.71	41221.79	46.24	19.56	91.67	58557.05	2.60	440.63
CV(%)		2.08	4.6	4.4	13.7	7.35	7.55	3.5	10.1	5.84	0.65

\*,\*\* Significativo a niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01, respectivamente, ns no significativo estadísticamente; (AltPl) Altura de planta; (AltMz) Altura de mazorca; (LEsp) Longitud de espigas; (PeMz) Peso de mazorca; (LMz)

Longitud de mazorca; (NoHil) Numero de hileras; (GrHil) Granos por hilera; (GTot) Granos totales; (DMz) Diámetro de mazorca; (Pe100) Peso en 100 granos.

Los resultados de la prueba de comparación de medias (Tukey, 0.05) se obtuvo que en la variable Altura de planta (AltPl) el 44.4% de los genotipos evaluados que corresponden a los tratamientos 8 [(Carrizales x (GQ1xMag)], 4 [SMartín x GQ1], 1 [Carrizales x Mitos], y 5 [(Jabalí x NB9) x Cañajo] fueron estadísticamente superiores y comparten el mismo grupo estadístico, con un rango promedio de 2.15 a 2.23 m, el 22.2% presentaron la menor altura de planta que corresponden a los mestizos 2 [San Martín x Magno] y 3 [Carrizales x magno], con un rango de 1.69 a 1.73 m.

En la altura de mazorca (AltMz) los mismos mestizos de la altura de planta, se comportaron de manera similar en su agrupación estadística, con un rango promedio de 1.16 a 1.22 m y de igual forma la menor altura de mazorca fue de 0.75 a 0.78 m.

En la variable Granos por hilera (GrHil) sobresalen los genotipos 8 [(Carrizales x (GQ1xMag)] y 4 [SMartín x GQ1] quedando en ambos en 42 granos, mientras que los genotipos de menor número de granos fueron el mestizo 7 [SMartín x Jabalí] y 3 [SMartín x Jabalí] los cuales alcanzaron un número promedio de 35.75 granos.

Para el peso en 100 granos (Pe100) el mayor valor promedio tuvo el mestizo 7 [SMartín x Jabalí] con un peso de 50.3 g, mientras que el peso más bajo fueron para los mestizos 4 [SMartín x GQ1], 5 [(Jabalí x NB9), y 3 [SMartín x Jabalí] con un rango promedio de 34.2 a 34.3 g.

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de variables agronómicas y de rendimiento de genotipos mestizos de maíz evaluados en el TNM-Roque en ciclo primavera verano 2019.

Descripción	Mestizos	AltPl	AltMz	GrHil	Pe100
Mestizo 8	8	2.23 a	1.16 ab	42.00 a	41.2 b
Mestizo 4	4	2.20 ab	1.22 a	42.00 a	34.2 g
Mestizo 1	1	2.17 ab	1.16 ab	37.41ab	35.3 ef
Mestizo 5	5	2.15 bcd	1.19 a	37.41 ab	34.2 g
Mestizo 6	6	2.05 bc	0.97 bcd	41.00 ab	40.0 c
Mestizo 9	9	1.99 dc	0.90 c	37.50 ab	36.0 e
Mestizo 7	7	1.93 d	1.09 abc	35.75 b	50.3 a
Mestizo 3	3	1.73 e	0.75 d	35.75 ab	34.3 fg
Mestizo 2	2	1.69 e	0.78 d	38.83 ab	38.5 d

Los valores de la columna con las mismas letras son estadísticamente iguales; (AltPl) Altura de planta; (AltMz) Altura de mazorca; (GrHil) Granos por hilera; (Pe100) Peso en 100 granos.

En investigaciones realizadas por Velázquez *et al.* (2018) en análisis de mestizos provenientes de germoplasma del INIFAP y CIMMYT, al evaluar 86 mestizos en México la menor altura de planta

fue de 186.4 cm y el de mayor altura fue 227.8 cm; otros resultados de García y Mandujano (2016) al evaluar híbridos dobles con algunos progenitores empleados de esta investigación menciona que presenta un rango de 191 a 268 cm; los resultados de esta investigación presentan rangos de 169 a 223 cm, por lo que los resultados coinciden con los autores anteriores.

En la variable altura de mazorca Velázquez *et al.* (2018) obtuvo una altura de mazorca en mestizos desde 86.3 a 124.7 cm, mientras que los mestizos formados en el TNM-Roque presentó un rango de 75 a 122 cm, por lo que se considera que estos resultados son más bajos en altura de mazorca y que difieren al compararse con los mestizos evaluados en cinco localidades del Centro de México.

En la variable peso de mazorca los resultados del trabajo de García y Mandujano (2016) obtuvieron un rango de 164.83 a 330.38 g; mientras que en esta investigación se obtuvo un rango de 194.48 a 331.94 g, esto permite considerar que en peso de mazorca en esta investigación fueron superiores.

En la Longitud de mazorca los resultados de Ruíz (2008) al evaluar 12 mestizos obtenidos en el campo experimental de la UAAAN, Unidad Laguna (UAAAN-UL), en Torreón, Coahuila, se obtuvo un rango promedio de longitud de mazorca que van de 13.0 a 17.3 cm, comparado con los resultados obtenidos en esta investigación que van de 16.85 a 21.37 cm, entonces, se puede decir que estos resultados son mayores con respecto a los obtenidos a la anterior investigación.

El número de hileras en investigación de Ruíz (2008), obtuvo en promedio 14 hileras; mientras que en resultados de García y Mandujano (2016) menciona un rango de 12 a 18 hileras; con Sandoval (2019) también obtuvo un rango similar este último, los resultados de esta investigación muestran un rango de 12 a 14 hileras, donde se puede decir que coinciden los resultados de las investigaciones anteriores con la obtenida en este trabajo, dado que un solo mestizo fue el que presentó el valor más bajo.

En la variable Número granos por hilera obtenidos en el trabajo de Ruíz (2008) se obtuvieron un rango de 34.0 a 38.9 granos, mientras con García y Mandujano (2016) los resultados obtenidos van de 30 a 42; en esta investigación los rangos van de 35.7 a 42.0 granos, lo que hace referencia a que en esta investigación los rendimientos obtenidos son mayores a las anteriores investigaciones. En número de granos totales los resultados de (Ruíz, 2008; García y Mandujano, 2016 y Sandoval 2019), obtuvieron rangos de 421 a 662, de acuerdo con los resultados de esta investigación coinciden dentro de los resultados de todas las investigaciones de los otros autores.

En peso de 100 granos obtenidos por Ruíz (2008), se obtuvo un rango de menor a mayor que va de 19.82 a 30.53 g; en resultados de García y Mandujano (2016) al evaluar híbridos doble experimentales menciona que los resultados obtenidos van de 29 a 51 g; también Sandoval (2019) menciona resultados van de 17.42 a 43.35 g, los resultados de esta investigación muestran un rango de 34.2 a 50.3 g, por lo tanto, se considera que los resultados obtenidos difieren y son superiores a los obtenidos por el primer autor de investigación y similar al resto de las otras investigaciones.

Los rendimientos estimados para el mestizo 8 [Carrizales (GQ1xMag)] fue de 12.4  $\text{tha}^{-1}$  y el mestizo 6 [Cañajo x (Jabalí x DK2031)] con 11.8  $\text{t ha}^{-1}$ , estadísticamente superiores, mientras que

los mestizos de menor rendimiento fueron el 9 [Cañajo (Mitos x NB9)] y el 3 [Carrizales x Magno] con rendimientos de  $10.6 \text{ tha}^{-1}$  y  $8.3 \text{ tha}^{-1}$  estadísticamente inferiores.

## CONCLUSIONES

En la Altura de planta fue el mestizo 8 el que presentó la mayor altura y que comparte este grupo estadístico con los mestizos 4, 1 y 5 estadísticamente superiores, en cuanto a los mestizos de menor altura fueron el mestizo 3 y el 2.

En altura de mazorca el mestizo 4 presentó el valor más alto, mientras que los más bajos fueron los mestizos 3 y 2.

La mayor longitud de mazorca fue en los mestizos 8, 6 y 7 y el de menor longitud en el mestizo 3. En peso de mazorca los mestizos 8 y 6 mostraron pesos promedios de 321.6 a 331.9 g mientras que los mestizos de menor peso fue 3 con 194.4 gramos.

En el caso de número de hileras, Granos por hilera y Granos totales predominaron los mestizos 4 y 9, mientras que los de menor valor fue el mestizo 3.

La estimación de rendimientos destacaron los mestizos 8 y 6, estadísticamente superiores de los mestizos de maíz evaluados, por lo que estos genotipos pueden ser seleccionados para establecerse en campo de los productores rurales.

## LITERATURA CITADA

- Bejarano A. 2003. Descripción y prueba del híbrido simple de maíz amarillo FONAIAP1. *Agronomía Trop.* 53 (4): 501-506.
- FIRA. 1998. Oportunidades de desarrollo del maíz mexicano. Alternativas de competitividad. FIRA Boletín informativo. pp. 16.
- García HA y Mandujano HMG. 2016. Evaluación agronómica y de rendimiento de híbridos dobles y experimentales en el Instituto Tecnológico de Roque. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Gto. pp 61.
- INIFAP. 2011. Reporte Anual 2011. Disponible: [www.inifap.gob.mx/Documents/reportes/reporte\\_anual2011.pdf](http://www.inifap.gob.mx/Documents/reportes/reporte_anual2011.pdf) (consultado, 22 de enero 2014).
- Márquez SF. 1988. Genotecnia vegetal. Tomo II. Primera edición. Edit. AGT. México. 563 p.
- Ng DWK, Lu J and Chen ZJ. 2012. Big roles for small RNAs in polyploidy, hybrid vigor, and hybrid incompatibility. *Current opinion in plant biology.* 154-161.
- Preciado-Ortiz RE, García-Lara S, Ortiz-Islas A, Ortega-Corona and Serna-Saldivar SO. 2013. Response of recurrent selection on yield, kernel oil content and fatty acid composition of subtropical maize populations. *Field Crops Research.* 27–35.
- Polanco JA y Flores MT. 2008. Base para una política de I&D e innovación de la cadena de valor del maíz. México, D.F. [http://www.foroconsultivo.org.mx/libros\\_editados/maiz.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/maiz.pdf). 3/Oct/2019.

- Vázquez-Carrillo G, García-Lara S, Salinas-Moreno Y, Bergvinson DJ and Palacios-Rojas V. 2011. Grain and tortilla quality in landraces and improved maize grown in the highlands of México. *Plant Foods Human Nutrition*. 203–208.
- Velázquez CGA, González HA, Pérez LDJ y Castillo GF. 2018. Análisis de híbridos comerciales y mestizos de maíz formados con germoplasma de INIFAP y CIMMYT. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9(3): 615-627.
- Quiroga J. 2014. Cruzamiento dialélicos e identificación de la habilidad combinatoria general y específica de líneas endogámicas de maíz. Universidad Nacional de Colombia. Colombia. 81 p.
- Ruíz GEO. (2008). Selección de líneas s1 de maíz con base en diferentes probadores. Tesis de licenciatura. UAAAN Unidad Laguna, Torreón Coahuila, México. pp. 1-29.
- Sandoval HD. 2019. Estrés inducido por defoliación y empleo de sílice en el rendimiento de líneas endogámicas de maíz. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Roque, Celaya, Gto. 62 p.
- SIAP. 2014. Sist. de Inf. Agroal. y Pesquera Prod. Agrop. Pesq. <http://www.siap.gob.mx/>.
- SIAP. 2018. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera 2018. [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenProducto.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do).
- SIAP. 2016. Planeación Agrícola Nacional 2017-2030. Maíz grano blanco y amarillo mexicano. SAGARPA, Secretaría de Agricultura. pp. 3-7.
- Sánchez RFJ, Mendoza CMC, Mendoza RM, Castillo GF, Cruz IS, Castro NS, Molina GJD. 2017. Aptitud combinatoria de líneas endogámicas para la producción de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) de cruza simple en condiciones de riego. *Agrociencia*, 393-407.
- Sahagún CJ, Rodríguez JEP, Escalante JLG. 2013. Yield prediction and inbreeding of maize synthetics generated with lines and single crosses. *Classic probability*. *Rev. FCA Uncuyo* 45:75-84.
- Velázquez CGA, González HA, Pérez LDJ y Castillo GF. 2018. Análisis de híbridos comerciales y mestizos de maíz formados con germoplasma de INIFAP y CIMMYT. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 9(3): 615-627.

## **EMERGENCIA DE PLÁNTULAS DE CHILE HABANERO Y SELECCIÓN MEDIANTE DESCRIPTOR VARIETAL SNICS EN EL BAJÍO GUANAJUATENSE**

Georgina Torres-Rangel<sup>1</sup>; Jesús Frías-Pizano<sup>2</sup>; Estéfana Alvarado-Bárceñas<sup>2</sup>; Davino Pérez-Mendoza<sup>2</sup>; J. Guadalupe García-Rodríguez<sup>2</sup> y Francisco Chablé-Moreno<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Agronomía Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Docente, Tecnológico Nacional de México-Roque. Autor de correspondencia: [fcchable4oct@hotmail.com](mailto:fcchable4oct@hotmail.com)

### **RESUMEN**

La producción de chile habanero en México se emplea semillas de poblaciones criollas, estas presentan baja calidad fisiológica y variabilidad genética. La mayor superficie de siembra se realiza en campo abierto. El objetivo de este trabajo fue evaluar la germinación y clasificar las plántulas mediante descriptores de chile habanero del SNICS de selecciones criollas. El experimento se llevó a cabo en el invernadero del TNM-Roque en el ciclo (P-V, 2019). Se realizaron dos ensayos, con colectas de semillas criollas de chile habanero. En el primer ensayo se evaluaron 10 colectas (poblaciones) bajo un diseño experimental completamente al azar. En el segundo ensayo se evaluaron dos poblaciones con semillas producidas en el Bajío Guanajuatense de selecciones sensibles e insensibles a micronutrientes, se clasificó en plántulas con presencia de tallo al 100, 75 % y sin pigmentación (antocianinas). Las variables fueron: emergencia (%) Altura de planta (cm) y plántulas con presencia de pigmentos (%). Se analizaron los datos con el SAS y prueba de comparación medias (Tukey, 0.05). Los resultados del ANAVA se obtuvo que hasta los 25 dds la germinación presenta diferencias significativas y para los 29 y 32 dds se presentan diferencias altamente significativas, la comparación de medias para altura de planta el tratamiento 7 fue el que presentó mayor altura, pero el tratamiento 1 y 5 presentan una altura uniforme de las plántulas. Del total de plántula de las sensibles e insensibles el 60 y 45% presentó un 100% de pigmentación del tallo respectivamente, 13.3 (Sen) y 27.5% (Insen) presentó un 75% de pigmentación y 26.6 (Sen) y 27.5 % (Insen) presentó tallo totalmente verde, estas últimas a los 50 Días pierden esta característica y se tornan de color pigmentado débil.

**Palabras clave:** Emergencia, Genotipos, Emergencia, Descriptor varietal, Chile habanero

### **ABSTRACT**

The production of habanero pepper in Mexico uses seeds from Creole populations, these have low physiological quality and genetic variability. The largest planting area is done in the open field. The objective of this work was to evaluate the germination and classify the seedlings by means of descriptors of habanero chili from the SNICS of Creole selections. The experiment was carried out in the TNM-Roque greenhouse in the cycle (P-V, 2019). Two trials were analyzed, with Creole

seeds collections of habanero pepper. In the first trial, 10 collections (populations) were evaluated under a completely randomized experimental design. In the second trial, two populations with seeds produced in the Guanajuatense Bajío of selections sensitive and insensitive to micronutrients were evaluated, were classified into seedlings with a stem presence of 100, 75% and without pigmentation (anthocyanins). The variables were: emergency (%) Plant height (cm) and seedlings with presence of pigments (%). Consult data analysis with the SAS and media comparison test (Tukey, 0.05). The results of the ANAVA are obtained that until 25 days the germination presents specific differences and for the 29 and 32 dds there are highly specific differences, the comparison of means for plant height treatment 7 was the one that presented the highest height, but the treatment 1 and 5 have a uniform height of the seedlings. Of the total seedlings of the sensitive and insensitive, 60 and 45% presented 100% stem pigmentation respectively, 13.3 (Sen) and 27.5% (Insen) presented 75% pigmentation and 26.6 (Sen) and 27.5% (Insen ) They had a completely green stem, the latter after 50 days perforated this characteristic and become a weak pigmented color.

**Key words:** Emergency, Genotypes, Emergency, Varietal descriptor, Habanero Chile

## INTRODUCCIÓN

Los frutos de chile habanero tienen una gran importancia económica en la industria farmacéutica, alimentaria, química y consumo fresco (Solleiro *et al.*, 2018). Su elevado precio en el mercado es una de las razones para desarrollar técnicas que mejoren su rendimiento (Pérez, 2016). El primer productor a nivel mundial de chile habanero es China, con 612,800 ha sembradas, representa un 36% de la superficie total (Ruiz, 2009). En México, los principales estados productores son Yucatán, Campeche y Quintana Roo con una producción de 10 a 30 t ha<sup>-1</sup> (Santoyo *et al.*, 2011). La germinación se considera como la aparición de la radícula a través del micrópilo de la semilla y la capacidad para producir una planta en condiciones favorables; los factores que influyen para que una semilla germine son: temperatura, tiempo de almacenamiento, agua, oxígeno, luz y factores genéticos (Coa *et al.*, 2014; Bentsink y Koornneef, 2008), Suárez y Melgarejo (2010) mencionan otros factores como la viabilidad del embrión, cantidad y calidad de tejido de reserva, el tipo de latencia (factores intrínsecos), mientras que la disponibilidad del agua, temperatura y luz (factores extrínsecos) que influyen en la germinación. Existen semillas denominadas ortodoxas y recalcitrantes, las primeras pueden presentar un letargo más pronunciado (Barbedo *et al.*, 2013), la aplicación de métodos para disminuir esos factores y eliminar el estado de latencia de la semilla.

La certificación y comercialización de una variedad de semillas, considera importantes el porcentaje de germinación y el vigor, estos hacen referencia a la calidad de un lote de semillas lo que proporciona seguridad productiva (Martínez *et al.*, 2010). Los Estados productores de habanero

emplean un nivel bajo de tecnología de producción, usan semillas criollas, que han degradado su pureza genética y fisiológica, causando bajos rendimientos productivos (Rincones, 2009), aunque se ha incrementado el empleo de semillas mejoradas de polinización libre y en menor proporción híbridos desarrolladas por empresas transnacionales (Ramírez *et al.*, 2012).

Para identificar y seleccionar plántulas de chile habanero se considera los descriptores del SNICS, estas se realizan después de la emergencia o cuando la planta se encuentra en la etapa de fructificación, mediante el empleo de caracteres del descriptor de chile habanero (SNICS, 2014). El uso del descriptor varietal de chile habanero permite evaluar y conocer la variabilidad genética de la población y, con ello seleccionar variedades adecuadas con poblaciones uniformes vegetativa y productivamente (Hernández, 2013). Las especificaciones del descriptor permiten seleccionar las variedades vegetales y realizar un registro de una variedad; parámetros de distinción, homogeneidad y estabilidad del cultivo. Algunos de los caracteres utilizados en las plántulas son la pigmentación antociánica del hipocotilo, entre los cualitativos está el sexo de la planta, y en los cuantitativos longitud de tallo (SNICS, 2014). El objetivo de la presente investigación consistió en realizar la germinación de semilla de chile habanero y seleccionar plántulas desde los 15 hasta los 46 días después de la emergencia, considerando los descriptores del SNICS.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente trabajo se realizó en el TNM-Roque, ubicado en el km 8 de la Carr. Celaya-JR durante el ciclo (P-V, 2019). La ubicación geográfica 20°34'51.7" N 100°49'40.2" W, a una altura de 1775 msnm, con una temperatura media anual de 21° C (García, 1973). El tipo de suelo es arcilloso arenoso con un contenido de materia orgánica de 1.5%, un pH de 6.7 y una capacidad de intercambio catiónico de 31.5 (Lab. de suelos del TNM-Roque, 2017). La temperatura media mensual es de 18 °C, con una precipitación promedio pluvial anual de 650 mm.

Para esta investigación se establecieron dos ensayos: 1) Establecimiento de 10 selecciones de chile habanero colectadas en los estados de Yucatán y Campeche, con semillas producidas en El Bajío Guanajuatense; 2) Siembra de semillas sensibles e insensibles a micronutrientes. En el primer ensayo, se utilizaron 10 selecciones de chile habanero, las progenies evaluadas fueron: 1) 20(PC4HBN-14-1); 2) 4(PC-2014-06); 3) 21(PC-2014-06)Am; 4) 4(PC-2014-07); 5) 19(PC-2014-06); 6) 5(PC-2014-08); 7) 1(PYHB1-05-12-1); 8) 4(PC-2014-06); 9) 4(PC-2014-06); 10) 3(PYHBN3-05-C1-1). Los frutos colectados fueron a madurez completa, con un 90% de color rojo o naranja, frutos sanos y semillas con características uniformes, sin mancha ni daño sobre su pericarpio de la semilla, las plantas donadoras fueron de buen desarrollo vegetativo, vigorosas, sanas con peso de fruto de 8 a 12 g por fruto. La extracción de las semillas fue manual, seleccionando de 5 a 7 frutos, a los cuales se les realizó un corte transversal, fueron extraídas las

semillas y se dejó en 3 días en papel secante a temperatura ambiente, después se lavó con agua y jabón biológico Axion® y sumergidas en hipoclorito de sodio (10% v/v) durante 5 min, se dejaron secar a ambiente, finalmente se colectaron y almacenaron en un lugar fresco, previamente identificados en bolsas de papel glassine.

La siembra de las semillas se empleó charolas de poliestireno de 128 cavidades, previamente desinfectadas con cloro al 10% por 30 min, se lavaron con agua corriente, el sustrato empleado fue Peat moss®, humedeciéndola a capacidad, se llenaron las charolas y se colocó una semilla por cavidad, al final se cubrió con una capa de arena fina.

En el primer ensayo se estableció con 3 repeticiones de 30 semillas, en un experimento completamente al azar, con 10 tratamientos se regó aproximadamente con 2.5 a 4.0 L por charola con una regadera manual, con riego ligero en la mañana y por la tarde. A los 20 días después de la siembra (dds) se aplicó el fertilizante foliar Ferti Khor® (2 ml/L) semanalmente, algunas selecciones iniciaban el desarrollo de sus hojas cotilidoneas y otras con dos hojas verdaderas por plántulas. La mosquita blanca se controló con aplicaciones con Cipermetrina ((±)- $\alpha$ -ciano-3-fenoxibencil (±) cis, trans-3-(2,2-dicloro-clopropanocarboxilato) 1mlL<sup>-1</sup> de agua.

En el segundo ensayo, solamente se consideró la germinación (%) y cantidad de plantas con pigmentación del tallo de plantas sensibles y no sensibles a micronutrientes. Las variables evaluadas fueron: Germinación (Ger, %) a los 11 y 34 días, altura de plántula a los 11 (AltPIEm), Altura de planta en dos hojas verdaderas (AltPI2HV) 34 días (cm). Los datos se analizaron con el paquete estadístico SAS (v 9.0) Institute, Inc., Cary, NC, USA y sometidos a una prueba de comparación de medias (Tukey  $\alpha = 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del ANAVA para el primer ensayo en las variables de emergencia de plántula de chile habanero a diferentes días de muestreo (14, 18, 22 y 25 dds) presentaron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), mientras que la emergencia a los 29 y 32 dds mostraron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Primer ensayo. Cuadrados medios del ANAVA para la emergencia de plántulas de chile habanero en el ciclo (P-V, 2019) en el IT de Roque.

Fv	gl	Emer 14	Emer 18	Emer 22	Emer 25	Emer 29	Emer 32
Trat	9	6.3459*	54.707*	74.941*	103.057*	138.509**	137.714**
Error	4	1.161	5.666	32.416	11.791	1.000	0.500
Total	13	61.760	515.034	804.141	974.687	1250.582	1241.428
CV (%)		53.7	36.2	52.7	28.4	7.2	4.8

\* = Significativo estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ), \*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ); ns = no significativo; Emer14 = Emergencia a los 14 días dds; Emer18 = Emergencia a los 18 días dds; Emer22 = Emergencia a los 22 días dds; Emer25 = Emergencia a los 25 días dds; Emer29 = Emergencia a los 29 días dds; Emer32 = Emergencia a los 32 días dds.

La prueba de comparación de medias (Tukey, 0.05) en la emergencia de plántula, se determinó que el Tratamiento 2 alcanzó más del 50.1% de emergencia desde los 18 días, mientras que los Tratamientos 5, 9 y 8 a los 29 a los 32 dds lograron un 60%; el Tratamiento 4 presentó el menor porcentaje de emergencia por abajo del 2% y con menor altura de planta. Los Tratamientos 10, 3 y 6 presentaron un valor intermedio de emergencia (Cuadro 2).

Cuadro 2. Comparación de medias de emergencia de plántulas de chile habanero, ciclo (P-V, 2019) TNM- Roque.

Descripción	Trat	Valores medios					
		Emerg14	Emerg18	Emerg22	Emerg25	Emerg29	Emerg32
4(PC-2014-06)	8	5.00 a	9.00 ab	12.50 ab	13.50 ab	15.00 b	17.00 b
4(PC-2014-06)	2	4.33 ab	16.33 a	21.66 a	25.33 a	29.00 a	29.00 a
1(PYHB1-05-12-1)	7	2.00 abc	9.00 ab	10.00 ab	11.00 bc	12.00 bc	12.00 c
4 (PC-2014-06)	9	1.01 bc	3.00 bc	10.50 ab	12.00 bc	15.00 b	18.00 b
5 (PC-2014-06)	6	1.00 bc	2.00 bc	2.00 ab	2.00 bc	2.00 de	3.00 ef
19 (PC-2014-06)	5	0.01 c	4.00 bc	13.00 ab	13.00 ab	14.00 b	14.00 b
21(PC-2014-06)Am	3	0.01 c	0.01 c	3.00 ab	4.00 bc	4.00 d	4.00 e
4 (PC-2014-07)	4	0.01 c	0.01 c	0.01 ab	0.01 c	0.01 e	1.00 f
20 (PC4HBN-14-1)	1	0.01 c	4.00 bc	8.00 ab	8.00 bc	9.00 bc	9.00 d
3(PYHBN3-05-C1-1)	10	0.01 c	0.01 c	4.00 ab	4.00 bc	4.00 d	4.00 e

Emer14 = Emergencia a los 14 días dds; Emer18 = Emergencia a los 18 días dds; Emer22 = Emergencia a los 22 días dds; Emer25 = Emergencia a los 25 días dds; Emer29 = Emergencia a los 29 días dds; Emer32 = Emergencia a los 32 días dds.

Emergencia de plántulas de chile habanero a los 14 dds (Figura 1a), después de la emergencia se aprecia el inicio del desarrollo de las hojas con ápice redondeado y agudo a los 22 dds (Figura 1b), la emergencia fue alta y se prolongó hasta los 32 dds (Figura 1c).



Figura 1. Emergencia de plántulas de chile habanero: a) Inicio de emergencia a los 14 días, b) Diferenciación del ápice de la hoja, c) Germinación después de 32 días de la siembra.

Los resultados del Análisis de varianza en la altura de plántulas de chile habanero, se observaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en todas las fechas de muestreo (Cuadro 3).

Cuadro 3. Cuadrados medios del ANAVA, altura de plántulas de chile habanero, ciclo (P-V 2019) en TNM-Roque.

FV	gl	Alt22	Alt25	Alt29	Alt32	Alt36	Alt39	Alt43
Trat	9	0.816**	1.642**	1.926**	2.51**	2.48**	2.75**	2.35**
Error	50	0.071	0.112	0.143	0.10	0.09	0.08	0.05
Total	59	10.937	20.429	24.52	27.60	26.99	28.80	24.02
CV %		38.4	32.7	31.0	22.3	19.16	15.6	12.1

\* = Significativo estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ), \*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ); ns = no significativo; Alt22 = Altura a los 22 días dds; Alt25 = Altura a los 25 días dds; Alt29 = Altura a los 29 días dds; Alt32 = Altura a los 32 días dds; Alt36 = Altura a los 36 días dds; Alt39 = Altura a los 39 días dds; Alt43 = Altura a los 43 días dds.

La prueba de comparación de medias (Tukey, 0.05) en altura de planta de las diferentes fechas de muestreo (dds), el Tratamiento 7 obtuvo un valor mayor con un rango de 1.35 hasta 3.20 desde los 22 hasta los 43 dds, posteriormente el Tratamiento 5 fue el segundo, (a los 22, 25 y 29 dds), los genotipos del tratamiento 5, 1 y 9 mantuvieron uniformes hasta los 43 dds. Las plántulas del tratamiento 4 fue la que presentó la menor altura promedios (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Prueba de comparación de medias, altura de plántulas de chile habanero, ciclo (P-V, 2019) TNM-Roque.

Genotipos Evaluados	Valores medios (cm)							
	Trat	Alt22	Alt25	Alt29	Alt32	Alt36	Alt39	Alt43
1 (PYHB1-05-12-1)	7	1.35 a	1.86 a	2.16 a	2.56 a	2.81 a	3.13 a	3.20 a
19 (PC-2014-06)	5	1.15 a	1.68 a	1.85 a	1.96 b	2.08 b	2.25 b	2.43 b
20 (PC4HBN-14-1)	1	0.80 b	1.25 b	1.40 b	1.71 bc	1.83 bc	2.18 b	2.25 bc
4 (PC-2014-06)	9	0.73 b	1.16 bc	1.38 b	1.63 bcd	1.78 bc	1.98 b	2.21 bc
4 (PC-2014-06)	8	0.71 b	1.01 bcd	1.23 b	1.55 bcd	1.75 bcd	1.93 b	2.03 cd
4 (PC-2014-06)	2	0.66 b	0.96 bcd	1.15 b	1.30 def	1.48 cde	1.60 c	1.85 de
3 (PYHBN3-05-C1-1)	10	0.56 b	0.86 bcd	1.06 b	1.18 ef	1.38 de	1.56 c	1.71 ef
5 (PC-2014-06)	6	0.50 b	0.75 cd	0.96 b	1.13 f	1.20 e	1.55 c	1.66 ef
21 (PC-2014-06)Am	3	0.46 b	0.68 d	0.91 b	1.01 f	1.20 e	1.41 c	1.45 f
4 (PC-2014-07)	4	0.01 c	0.01 e	0.05 c	0.12 g	0.36 f	0.51 d	0.86 g

Alt25 = Altura a los 25 días dds; Alt29 = Altura a los 29 días dds; Alt32 = Altura a los 32 días dds; Alt36 = Altura a los 36 días dds; Alt39 = Altura a los 39 días dds; Alt43 = Altura a los 43 días dds.

La germinación de semillas de plántulas de chile habanero provenientes de progenitores sensibles e insensibles a micronutrientes (Cuadro 5), colectadas en agosto de 2018, se observó que la emergencia dio inicio a los 11 hasta los 34 días, la mayor altura la presentaron la selección Insensible, con valores promedios de 2.95 hasta 4.06 cm. La clasificación de plántulas de acuerdo con el descriptor de chile habanero se realizó en porcentaje donde las selecciones sensible e insensible se obtuvieron del 45 al 60% de tallo morado, del 13.3 al 27.5% con tallos pigmentados al 75%, mientras que las plantas de tallo verde se separaron del 26.6 al 27.5%, aunque se consideró

que después de 90 días, todas las plantas presentan pigmentación antociánica en la totalidad de las plantas (Cuadro 5).

Cuadro 5. Germinación de plántulas en porcentaje de chile habanero y selección de acuerdo al descriptor SNICS 2014.

Genotipos	Trat	Germ11	Ger34	Alt11	Alt34	Tall100P	Tall75P	TallV
Sensible	1	37.5	62.54	2.15	3.43	60	13.3	26.6
Insensible	2	41.07	53.57	2.95	4.06	45	27.5	27.5

Germ11 = Germinación a los 11 días (%), Germ34 = Germinación a los 34 días (%), Alt11 = Altura de planta a los 11 días (cm), Alt34 = Altura de planta a los 34 días (cm), Tall100P = Tallo con 100% de pigmentación antociánica, Tall75P = Tallo con 75% de pigmentación antociánica, TallV= Tallo verde.

De acuerdo con el descriptor de chile habanero de la norma SNICS 2014, se observó que el 52.5% de las plántulas presentaban un tallo con pigmento antociánico más pronunciado (Figura 2a) mientras que el 20.4 tenían un 75% de tallo antociánico (Figura 2b), 27.05% de las plantas presentaban tallo de color verde (Figura 2c); sin embargo, las plantas de TallV después de 50 días de la emergencia inició la presencia de pigmentación ligeramente antociánica (Figura 2).

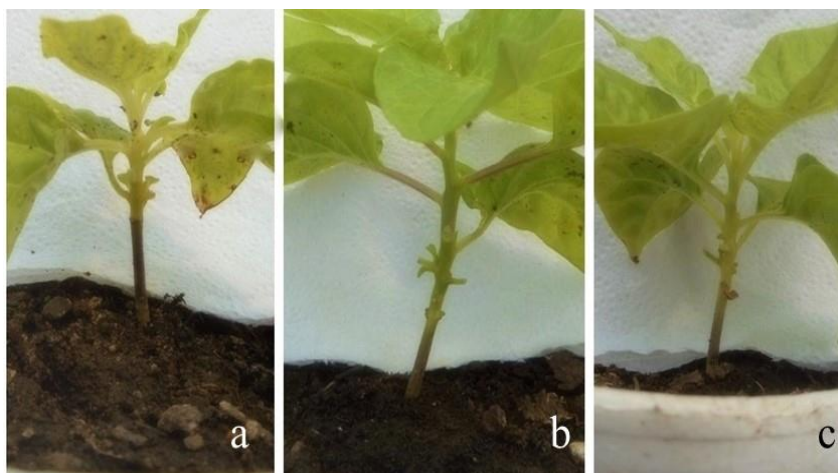


Figura 2. Plántulas de chile habanero: a) 100%, b) 75% de tallo antociánico y c) tallo verde.

En investigaciones realizadas por Castro (2016) evaluó 10 genotipos de criollos de chile habanero en el Bajío Guanajuatense y al someterse las semillas a tratamientos físicos y químicos, establecidos en ensayos en campo y laboratorio obtuvo que el empleo de temperaturas fue el mejor tratamiento para germinación a los 30 días, mientras que la evaluación de genotipos 1 (PYHBN1-05-C1-12-1) el 3 (PYHBN1-03-C1-12-1) y el 7 (PYHBN1-05-C1-12-1); 20(PC4-HBN-14-1), 6 (PYHBN1-06-C1-12-1) presentaron germinación desde el 46 al 100%. Mientras que Castro (2019) al evaluar dos genotipos de chile habanero (19 y 20), tratados con temperatura obtuvo en el genotipo rojo logró el 83% y el genotipo naranja 79% de germinación a los 21 días. En prueba de germinación estándar realizadas por Andueza-Noh (2017) determinó que las semillas de chile habanero almacenadas a 26° C y a los 6 meses de almacenamiento alcanzó el 92% de germinación

y 89.6% en plántulas normales, estos resultados coinciden con los obtenidos en este trabajo donde se observó que entre los genotipos existe una amplia variación en sus valores porcentuales de germinación desde el 96.6% en el genotipo 4 (PC-2014-06) y de 3.3% en el genotipo 4 (PC-2014-07).

En investigaciones de Zamudio (2018) al evaluar la germinación de tres genotipos de chile habanero (4, 19 y 20), y de semillas producidas en el Bajío Guanajuatense, obtuvo desde porcentajes de germinación del 10.5 hasta el 98% a los 16 días de la siembra en prueba de germinación estándar en laboratorio. La selección de variedades de polinización libre en el Estado de Yucatán ha registrado la variedad Calakmul que presenta hojas que exhiben un color verde claro a intermedio y una característica distintiva de presencia de antocianinas en los nudos y en la nervadura central de las hojas, con frutos de color rojo (Tut *et al.*, 2013). El Híbrido H-CHYUC-HN05 con hábito de crecimiento dicotómico y de posición erecta, de tallo grueso, glabro, de altura media y de forma cilíndrica, las hojas son de color verde oscuro, de escasa pubescencia y forma deltoide fruto naranja (Tut *et al.*, 2013). Mientras que la planta del híbrido H-CHYUC-HR11 son de escasa pubescencia y altura media, el hábito de crecimiento es dicotómico y posición erecta, el tallo grueso, glabro, de altura media y de forma cilíndrica, presenta antocianinas de coloración débil a nivel de los nudos, las hojas son de color verde oscuro, de escasa pubescencia y forma deltoide, con tamaño de 14 a 18 cm de longitud y de 7 a 10 cm de ancho, fruto de color rojo por las características establecidas de las plantas localizadas en el Bajío Guanajuatense pueden considerar como una variedad tipo Calakmul; sin embargo, debido a las condiciones del suelo y ambientales como es la temperatura, las fructificaciones presentan una forma achatada, que al realizarse aplicaciones de NPK los frutos tienden a desarrollarse en forma más alargada, pero no se reporta en la literatura la pigmentación de los tallos de las plántulas jóvenes de 12 a 32 días después de la emergencia, otra característica a resaltar fue que las plantas que presentaban un color de tallo verde a partir de 11 días, aunque después de 90 días en la totalidad de los tallos presentan pigmentación antociánica.

## CONCLUSIONES

La evaluación de 10 poblaciones de chile habanero se obtuvo que la selección 2 que corresponde al 4 (PC-2014-06) a los 14 dds, inició la emergencia, le siguieron los tratamientos 5, 8 y 9 correspondientes a los genotipos 19(PC-2014-06) rojo Campeche y 4(PC-2014-07) las últimas colectas en emerger fue hasta los 32 dds. El tratamiento 4 correspondiente al genotipo 4(PC-2014-07), presentó una emergencia heterogénea, pobre y, poco vigor.

En la altura de planta el tratamiento 7 correspondiente a la colecta 1(PYHB1-05-12-1) fue el que presentó mayor desarrollo, seguido del tratamiento 1, 5 y 9 1(PYHB1-05-12-1), 19(PC-2014-06), los cuales presentaron una altura uniforme.

Entre los 10 genotipos evaluados, el tratamiento 5 que corresponde a la colecta 19 (PC-2014-06) tiene una buena emergencia y crecimiento uniforme de la planta, lo que permite considerarla como una colecta de plantas de chile habanero con buenas características para el trasplante.

En el segundo ensayo se obtuvo que las selecciones sensibles presentaron una germinación de 62.5% mientras que las selecciones insensibles la germinación fue de 53.57 %, las plantas más altas fueron las de la selección insensible con 4.06 cm promedio.

La clasificación de las plántulas en base a la pigmentación del tallo se obtuvo que las selecciones sensibles presentaron 60 % de plantas de tallos morados; mientras que las selecciones insensibles se presentaron 45 %, de plantas con tallo del 75% de pigmentación antociánica la selección sensible presentaron 13.3% y la selección insensible 27.5%, las pigmentaciones de tallo verde de la selección de sensibles presentaron 26.6% y la selección de insensibles 27.5%.

#### LITERATURA CITADA

- Andueza-Noh RH, Latournerie-Moreno L, Moran-Vázquez N, Cervantes-Ortiz F, Mendoza-Elos M, y Rangel-Lucio JA. (2017). Respuesta fisiológica de la semilla de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) al almacenamiento. *Acta Universitaria*, 27(6): 22-29.
- Barbedo CJ, Cruz C, Da D, Figueiredo R, Leone RC. (2013). Do recalcitrant seeds really exist?. *Hoehnea* 40(4): 583-593.
- Bentsink L; and Koornneef M (2008). Seed dormancy and germination. *The Arabidopsis Book*. American Society of Plant Biologists. pp. 2-19. doi: 10.1199/tab.0119.
- Castro AJL. (2016). Evaluación fenológica y germinación de chiles habaneros criollos cultivados en el Bajío Guanajuatense. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Roque. 59 p.
- Castro A JL. (2019). Fertilización y precondicionamiento físico químico en la calidad fisiológica de la semilla de chile habanero. Tesis de Posgrado, Instituto Tecnológico de Roque. 54 p.
- Coa UM, Méndez NJR, Silva AR, Mundarian PS. (2014). Evaluación de métodos químicos y mecánicos para promover la germinación de semillas y producción de fosforitos en café (*Coffea arabica*) var. Catuaí Rojo. 32 (1): Chile. 44 p.
- García E. (1973). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (adaptación a las condiciones de la República Mexicana). Inst. de Geog. UNAM. Méx. D.F. México. 264 p.
- Hernández V AE. (2013). Caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. *Revista Biol. Ciencias*. 2 (4): 114 p.
- Martínez SJ, Virgen VJ, Peña OMG, Santiago RA. (2010). Índice de velocidad de emergencia en líneas de maíz. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 1(3): 290 p.

- Pérez LS. (2016). Respuesta de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq.*) a la fertilización orgánica en invernadero. Tesis de licenciatura de la UAAAN. División de carreras agronómicas. Torreón, Coahuila México, 32 p.
- Ramírez MM, Arcos CG, Mata VH y Vázquez GE. (2012). Jaguar, Variedad de chile habanero para México. Centro de Invest. Reg. Noreste. Campo Exp. Las Huastecas. Folleto técnico. 35 p.
- Rincones CCI. (2009). Plan rector. Sistema Producto chile de Yucatán. Secretaría de Fomento Agropecuario y Pesquero, SAGARPA, Comité Estatal Sistema Producto Chile del estado de Yucatán A. C. Mérida, Yucatán. 35 p.
- Ruíz BR. (2009). Potencial productivo y limitantes para la producción de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq*) en la zona centro del estado de Veracruz. Tesis de Posgrado. CP. Ver. México, 3 p.
- Santoyo JJA, Martínez ACO. (2011). Tecnología de producción de chile habanero en casa sombra en el sur de Sinaloa. Fundación Produce Sinaloa, A.C. Sinaloa México. 7 p.
- SAS Institute. 1996. SAS Users' guide: Statistics, Version 9. SAS Inst., Cary, NC, USA.
- SNICS, Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas. (2014). Guía técnica para la descripción varietal de chile habanero (*Capsicum chinense Jacq.*)
- Solleiro RJL, Mejía ChAO. (2018). El chile habanero (*Capsicum chinense*). Revista Tecno Agro. Avances tecnológicos y Agrícolas.
- Suárez DM, y Melgajero LM. (2010). Biología y germinación de la semilla. Laboratorio de fisiología y bioquímica vegetal. Departamento de biología. Univ. Nal de Colombia. 14 p.
- Tut PFJ, Santamaría BF, Zavala LMJ, Berny M y Terán JC. (2013). Características de materiales mejorados de chile habanero para la península de Yucatán. Centro de Invest. Reg. Sureste Campo Exp. Mocochoá. Folleto Técnico No. 13, Mérida, Yucatán, México. 48 p.
- Zamudio ALF. (2018). El chile habanero. Descripción varietal, fertilización y calidad de la semilla. Tesis de posgrado, Instituto Tecnológico de Roque. 69 p.

## REGENERACIÓN *IN VITRO* DE ORQUÍDEA SUBTROPICAL EXÓTICA *Chysis aurea* Lindl.

Maricruz Martínez-Lara<sup>1</sup>; Brenda Georgina Medina-Gómez<sup>1</sup>; A. Andrés Estrada-Luna<sup>3</sup>; Estéfana Alvarado-Bárceñas<sup>2</sup>; Juan Gabriel Ramírez-Pimentel<sup>2</sup> y Francisco Chablé-Moreno<sup>2\*</sup>.

<sup>1</sup>Alumnas de Agronomía, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>2</sup>Docentes, Tecnológico Nacional de México-Roque. <sup>3</sup>Investigador, CINVESTAV Unidad Irapuato. \*Autor de correspondencia: [fchable4oct@hotmail.com](mailto:fchable4oct@hotmail.com)

### RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue lograr la germinación de semillas y micropropagación de la orquídea *Chysis aurea* Lindl. Esta familia de la Orchidaceae está constituida por muchas especies, pero es una de las más vulnerables por la destrucción de su hábitat y saqueo indiscriminado. La *Chysis aurea* Lindl. ésta se caracteriza por su flor exuberante, de bajo porcentaje de germinación. El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio del Departamento de Ciencias Agropecuarias, ubicado el km 8 de la carretera de Celaya-JR, a una altura de 1775 msnm y temperatura media de 21°C. El explante inicial fueron semillas de orquídeas establecidas en el medio MS (1962), donde se mantuvieron por 3 meses. Posteriormente se seleccionaron explantes de 3 mm de longitud y se subcultivaron en MS (1962) al 100%, con adición de (BAP y ANA), se agregó 30 gL<sup>-1</sup> de azúcar y el pH se ajustó a 5.6 ± 0.01, el gelificante fueron el agar Bioxón® y Phytigel. La incubación fue con luz fluorescente 1200 luxes (16 h luz y 8 de oscuridad), a temperatura de 28 a 30°C. El experimento fue completamente al azar se aplicaron seis tratamientos con seis repeticiones. Las variables evaluadas fueron altura de la plántula, número de plántula, número de brotes por plántula y altura del brote. Para el análisis estadístico se empleó el paquete SAS (v 9.0) y se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey (0.05). Los resultados del ANAVA en todas las variables resultaron altamente significativas, la mayor altura de plantas fue de 18.17 mm en el tratamiento 5 y el mayor número de brotes en el tratamiento 3 con el empleo de BA y ANA.

**Palabras clave:** *Orquídea, Chysis aurea, germinación, semilla de orquídea, micropropagación*

### ABSTRACT

The objective of this research was to achieve seed germination and micropropagation of the *Chysis aurea* Lindl orchid. This family of the Orchidaceae is made up of many species, but it is one of the most vulnerable due to the destruction of its habitat and indiscriminate looting. The *Chysis aurea* Lindl. This is characterized by its lush flower, low germination percentage. The present work is in the Laboratory of the Department of Agricultural Sciences, located on km 8 of the Celaya-JR highway, at a height of 1775 meters above sea level and an average temperature of 21 ° C. The

initial explanatory were orchid seeds established in the Medium MS (1962), where they remained for 3 months. Subsequently, explanatory ones of 3 mm in length can be selected and they were subcultured in 100% DM (1962), with the addition of (BAP and ANA), 30 gL<sup>-1</sup> of sugar were added and the pH was adjusted to  $5.6 \pm 0.01$ , the gelling were the Bioxón® and Phytigel agar. The incubation was with 1200 lux fluorescent light (16 h light and 8 dark), a temperature of 28 to 30 ° C. The experiment was completely randomized six treatments with six repetitions were applied. The variables evaluated were seedling height, seedling number, number of shoots per seedling and shoot height. For the statistical analysis the SAS package (v 9.0) was used and the Tukey media comparison test (0.05) was performed. The results of the ANAVA in all the variables were highly accurate, the highest plant height was 18.17 mm in treatment 5 and the greatest number of outbreaks in treatment 3 with the use of BA and ANA.

**Key words: Orchid, Chysis aurea, germination. orchid seed, micropropagation**

## INTRODUCCIÓN

La familia Orchidaceae es una de las más diversas, pero también una de las más vulnerables, principalmente por la destrucción de su hábitat y la gran extracción a la que está sujeta. En México incluye entre 1,200 y 1,300 especies descritas (Villaseñor, 2016), de las cuales 181 se registran en alguna categoría de riesgo en la norma oficial vigente (NOM-059ECOL-2001). Se considera que México 1000 especies clasificadas y se reporta que un 20% existen como especies en peligro de extinción (Sedano *et al.*, 2015).

La reproducción de las orquídeas que se realiza a través de semillas, tiene una enorme limitante para su supervivencia, ya que el endospermo está reducido en algunas especies, mientras que en otras se encuentra ausente, por lo que para asegurar su germinación es necesario que las semillas se asocien con hongos micorrícicos que les provean de nutrimentos (Téllez, 2011). Se considera que la tasa de germinación es de 2–3% en condiciones naturales, por ello su reproducción es limitada (Luan *et al.*, 2006).

Ante ello una alternativa es el cultivo de tejidos una herramienta para la propagación de las orquídeas, revolucionado por Knudson (1922), ya que logró la germinación de las semillas en un medio simple con azúcar. Este trabajo demostró que la germinación de semillas de orquídeas en condiciones *in vitro* fue posible sin la asociación de hongos (Mayo *et al.*, 2010). La propagación de plantas *in vitro*, facilita la rápida propagación de especies cuyos factores de propagación se ve limitada tanto por factores ambientales como aspectos fisiológicos propios de cada especie, además de permitir obtener poblaciones homogéneas, con mayor calidad (Hernández, 2001).

Dada la importancia ornamental y comercial de las orquídeas se han desarrollado diversos métodos de propagación, tanto sexual (a través de semillas) como asexual con el cultivo de segmentos

vegetativos (explantes) (Ávila y Salgado, 2006). El cultivo de tejidos vegetales es una alternativa que se considera como una herramienta biotecnológica para la propagación de especies amenazadas, debido a que permite obtener altas tasas de multiplicación a partir de un explante inicial, ya que por semillas o por métodos asexuales, es poco eficiente su reproducción (Pence, 2011).

La propagación *in vitro* se ha logrado con segmentos de hoja (Murthy y Pyati, 2001), segmentos nodales de plántulas provenientes de semillas germinadas *in vitro* (Chen *et al.*, 2002), nudos florales (Chen *et al.*, 2002), ápices (Saiprasad y Polisetty, 2003), rizomas (Martin, 2003) con el empleo de con 6-benziladenina (BA), ácido indol-3-acético (AIA), ácido  $\alpha$ -naftalenacético (ANA) y ácido giberélico ( $AG_3$ ). El objetivo de la presente investigación fue lograr la propagación y desarrollo de plántulas de orquídeas de la especie *Chysis aurea* Lindl. en el laboratorio múltiple de ciencias agropecuarias del ITR.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo experimental se desarrolló en el Laboratorio de uso múltiple Agropecuario del Tecnológico Nacional de México - Roque. La ubicación geográfica 20°34'51.7'' N 100° 49' 40.2'' W, a una altura de 1775 msnm, a una temperatura anual de 21°C. El explante inicial para la regeneración *in vitro* consistió en la germinación de las semillas de orquídeas en el medio MS (1962), donde se mantuvieron por 3 meses, seleccionando explantes de 3 mm de longitud. El medio de cultivo empleado en la etapa de regeneración fue MS (1962) al 100% de su concentración (se agregó 1 ml de cada solución de MS por 100 ml de agua), posteriormente se agregaron los reguladores de crecimiento (BAP 0.5 y ANA 0.25 mgL<sup>-1</sup>) adicionando 30 gL<sup>-1</sup> de azúcar y el pH se ajustó a 5.6  $\pm$  0.01, después se añadió 6 gL<sup>-1</sup> de agar bacteriológico Bioxón®.

La siembra aséptica se llevó a cabo en una campana de flujo laminar previamente desinfectada (cloro al 30% y alcohol al 70%). Los frascos fueron desinfectados con alcohol al 70%, se flameó la tapa antes de abrir el frasco y al abrir la boquilla, tanto de aquellos que contienen las plántulas micropropagadas como el que contiene el nuevo medio, con las pinzas estériles se seleccionaron plántulas y se distribuyó por todo el medio contenido en el frasco, se volvió a flamear la tapa y boquilla antes de cerrar, después se selló con papel adherible para evitar la entrada de agentes contaminantes.

Después de la siembra y su posterior identificación se colocaron en una cámara de incubación con luz fluorescente de 1200 luxes, se sometieron a 16 horas luz y 8 de oscuridad a una temperatura de 28 a 30°C. El diseño experimental fue completamente al azar se aplicaron seis tratamientos con seis repeticiones cada tratamiento. Los tratamientos fueron: 1) 1+0.5; 2) 1+0.5; 3) 0.5+0.25; 4) 0.5+0.25; 5) 1+1 y 6) 1+1 mgL<sup>-1</sup> de BAP y ANA con 6 repeticiones, en (MS, 1962) al 100% los tratamientos 1, 3 y 5 con 2 gL<sup>-1</sup> de Phytigel® y los demás tratamientos con 3 gL<sup>-1</sup>. Las variables evaluadas fueron altura de la plántula, número de plántula, número de brotes por plántula y altura

del brote. Para el análisis estadístico se empleó el paquete SAS (v 9.0) y se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey ( $\alpha$ , 0.05).

## RESULTADOS Y DICUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza de las variables altura de planta de orquídea después del primer subcultivo a los 45 y 90 días se obtuvo diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ). En la variable de número de brotes a los 100 días, también se obtuvo diferencias altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ), (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza de altura de planta de orquídea *Chysis aurea* Lindl.

FV	gl	AltPI45	AltPI90	FV	gl	NoBr100
Trat	5	10.11**	57.55**	Trat	3	1.44**
Error	24	0.40	0.28	Error	14	0.01
Total	29	60.33	294.72	Total	17	20.32
CV(%)		16.14	3.4	CV(%)		0.9

FV= Fuente de variación; gl= Grados de libertad; \* y \*\*= Diferencia altamente significativa y significativa ( $P \leq 0.01$  y 0.05); AltPI45 = Altura de planta a los 45 días del primer subcultivo; AltPI90= Altura de planta a los 90 días del primer subcultivo; y NoBr100= Número de brotes después de los 100 días del subcultivo.

La prueba de comparación de media (Tukey  $\alpha$  0.05) en las variables altura de planta de la orquídea *Chysis aurea* se presentó que a los 45 días el tratamiento 2 (6.45 mm) resultó estadísticamente superior a los demás tratamientos; mientras que el tratamiento 1 con un valor medio de 2.55 mm fue el que presentó el menor desarrollo en la altura de la planta. En el caso de la toma de datos a los 90 días se obtuvo que el tratamiento 5 y 1 con un valor promedio de 18.17 y 17.51 mm fueron los que estadísticamente se mostraron superiores, el tratamiento con menor desarrollo fue el tratamiento 6 con un valor promedio de 8.94 mm.

Para la variable de número de brotes a los 100 días el tratamiento uno con un valor promedio de 3 brotes fue el que logró la mayor cantidad de propágulos; mientras que el tratamiento 4 mostró una deficiencia de brotes, por lo que se considera un tratamiento con baja productividad de brotes (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de altura de planta y número de brotes *Chysis aurea* Lindl.

Tratamiento	AltPI45	AltPI90	Tratamiento	NoBr100
2	6.54 <sup>a</sup>	16.45 <sup>cd</sup>	1	3.0 <sup>a</sup>
4	4.20 <sup>b</sup>	15.77 <sup>d</sup>	3	2.0 <sup>b</sup>
6	3.80 <sup>bc</sup>	8.94 <sup>e</sup>	2	1.0 <sup>c</sup>
3	3.70 <sup>bcd</sup>	17.10 <sup>bc</sup>	4	0.01 <sup>d</sup>
5	2.81 <sup>c</sup>	18.17 <sup>a</sup>		
1	2.55 <sup>d</sup>	17.51 <sup>ab</sup>		

AltPI45 = Altura de planta a los 45 días del primer subcultivo; AltPI90= Altura de planta a los 90 días del primer subcultivo; y NoBr100= Número de brotes después de los 100 días del subcultivo.

El subcultivo de plántulas originadas de las semillas de orquídeas se logró en el medio de cultivo MS (1962) donde se logró el desarrollo y además de lograr la formación de brotes a partir de la base de la plántula regenerada *in vitro* (Figura 1).

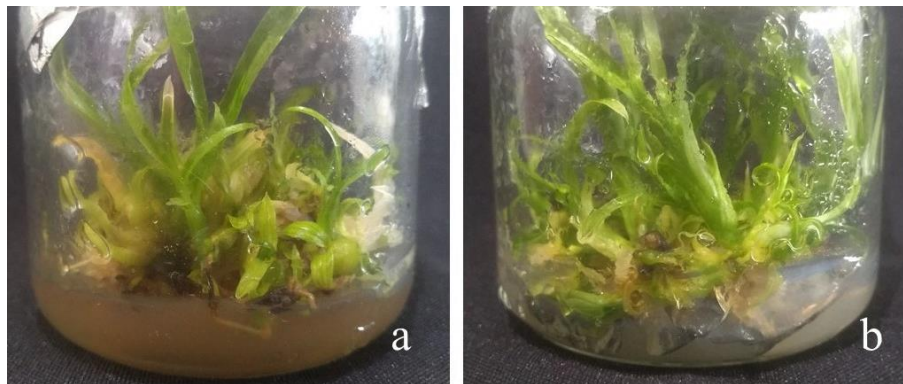


Figura 1. Germinación de semillas de orquídea *Chysis aurea* Lindl: a) Formación de brotes de las semillas, b) Formación de nuevos brotes por caulogénesis.

Una vez regeneradas la plántulas de orquídeas se estableció en el medio MS (1992) con los reguladores de crecimiento BAP y ANA., y posteriormente a los 90 días se logró un desarrollo que puede ser considerado como adecuado para realizar la etapa de la rizogénesis (Figura 2).

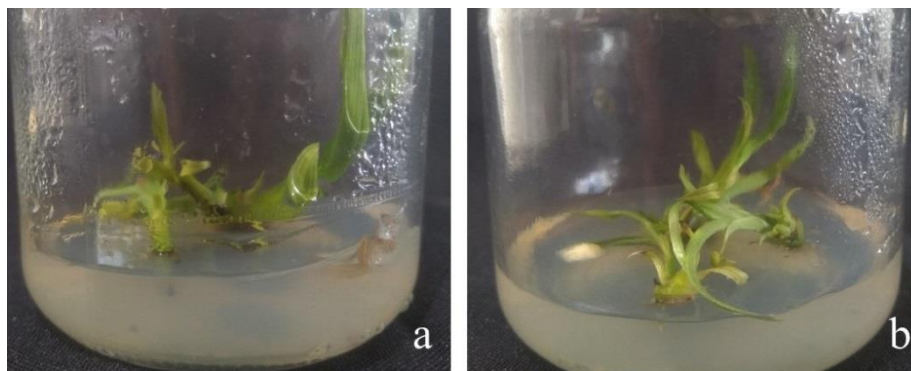


Figura 2. Subcultivo aséptico de orquídea *Chysis aurea* Lindl. a) Subcultivo en etapa inicial después de germinación *in vitro*, b) Regeneración de brotes en la parte basal de *Chysis aurea*.

En investigaciones realizada por Ávila y Salgado (2006) obtuvieron plántulas de hasta 5 cm de altura utilizando ANA en combinación con AG<sub>3</sub> que promueve mejor desarrollo de plántula de las orquídeas *Cattleya aurantiaca*, *Encyclia adenocaula*, *Euchile citrina*, *Epidendrum radicans*, *Laelia albida*, *Laelia autumnalis*, *Laelia speiosa*, *Oncidium tigrinum* y *Oncidium cavendishianum*. Por otro lado, Pacheco (2001), utilizó como medio de cultivo Knudson<sup>®</sup> (1946) adicionado con reguladores de crecimiento siendo ANA (1.0 mgL<sup>-1</sup>) que fue relevante en el desarrollo de *Chysis aurea* y *Chysis bractescens*; sin embargo, *C. aurea* tuvo retardos en su desarrollo en comparación con *C. bractescens* por lo que se recomienda utilizar otro medio de cultivo y con diferentes reguladores de crecimiento.

Las aportaciones de Coello *et al.* (2010) quien logró una mayor cantidad de brotes (10.6) y raíces (4) con concentraciones bajas de AG<sub>3</sub> y AIA, mientras que en las concentraciones de ANA y BAP

tuvieron el menor número de brotes, siendo ANA el que fue menos eficiente en orquídea *Guarianthe skinneri*. Por lo que el medio de cultivo utilizado en esta investigación se considera adecuado para la micropropagación y el desarrollo de las plantas germinadas y en su elongación se obtuvieron plántulas de *Chysis aurea* con un promedio de altura de 17.51 hasta 18.81 mm, finalmente se obtuvieron plantas de hasta 6 cm, sin embargo, se podría complementar el medio de cultivo con el regulador de crecimiento AG<sub>3</sub> para realizar una comparación, ya que Coello (2010) y Ávila y Salgado (2006) emplearon este regulador de crecimiento para un mejor desarrollo de las plantas.

En cuanto a los brotes el tratamiento utilizado por Pacheco (2001) fue donde se obtuvieron el que obtuvo la mayor cantidad de brotes por explante, pero en estudios de Cazares *et al.* (2016) se obtuvieron en la propagación *in vitro* de la orquídea *Prosthechea citrina* (La Llave & Lex.) hasta 6.75 brotes por planta con el uso de BAP y ANA que fueron superiores a los que se regeneraron en esta investigación, pero resultados de Toledo en cultivo *in vitro* de la orquídea *Chysis bractescens* solamente lograron formar 1.2 brotes por explante, en este sentido se puede considerar que el empleo de BAP promueve la formación de brotes que coincide también con Pierik (1990) quien menciona que la 6-benciladenina, es posiblemente la más eficaz en promover la formación de brotes adventicios en muchas plantas.

## CONCLUSIONES

En la etapa inicial después del subcultivo se obtuvo la regeneración de plantas de orquídeas con los reguladores de crecimiento BAP y ANA en esta última en baja concentración de la dosis evaluada, pero con mayor cantidad del agente gelificante Phytigel.

En la segunda fase del muestreo se obtuvieron que los tratamientos 5 y 1 finalmente fue donde se obtuvo la mayor altura de planta el cual estuvo constituido por el empleo de BAP y ANA esta última en bajas dosis evaluadas.

El menor crecimiento se obtuvo en las dosis de reguladores más altas evaluadas y la concentración más alta de Phytigel.

Debido a que el tratamiento 3 (0.5+0.25 mgL<sup>-1</sup> de BAP y ANA) se formaba la mayor cantidad de brotes, se procedió a realizar en el medio MS (1962) y en la mismas concentraciones de reguladores de crecimiento se procedió a realizar el segundo subcultivo, aunque debido a la reordenación de los tratamientos en este nuevo ensayo fue el tratamiento 1 (0.5+0.25 mgL<sup>-1</sup> de BAP y ANA) donde ha presentado consistencia la respuesta fisiológica en cuanto a la mayor cantidad de brotes.

## LITERATURA CITADA

Ávila DI, Salgado GR. 2006. Propagación y mantenimiento *in vitro* de orquídeas mexicanas, para colaborar en su conservación. *Biológicas*, 8: 138–149.

- Cazarez FT, Graciano LJJ, Solís GS, Díaz RB, Nájera LJA, Montoya AJ. 2016. Propagación *in vitro* de la orquídea *Prosthechea citrina* (La Llave & Lex.) W. E. Higgins nativa del estado de Durango, México. *Investigación y Ciencia*. 24 (67): 19-25.
- Chen TY, Chen TJ, Chang CW. 2002. Multiple shoot formation and plant regeneration from stem nodal explants of *Paphiopedilum* orchids. *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 38: 595–597.
- Chen TY, Chen TJ, Chang CW. 2002. Efficient production of protocorm-like bodies and plant regeneration from flower stalk explants of the sympodial orchid *Epidendrum radicans*. *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 38: 441– 445.
- Coello CY, Miceli CL, Orantes C, Dendooven L, Gutiérrez FA. 2010. Plant growth regulators optimization for *in vitro* of the orchid *Guarianthe skinneri* (Bateman) Dressier y W.E.Higgins. *Guyana Bot*. 67 (1): 19–26.
- Díaz AI, Salgado GR. 2006. Propagación y mantenimiento *in vitro* de orquídeas mexicanas, para colaborar en su conservación. *Biológicas*. 8: 138–149.
- Luan VQ, Thien NQ, Khiem DV and Nhut DT. 2006. *In vitro* germination capacity and plant recovery of some native and rare orchids. *Proceedings of International Workshop on Biotechnology in Agriculture*. Nong Lam University Ho Chi Minh City. pp. 175–177.
- Mayo MA, Cázares CJG, De la Cruz LE, Flores HA. 2010. Germinación *in vitro* de semillas y desarrollo de plántulas de orquídeas silvestres de Tabasco. Edit. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. 31p.
- Martin KP. 2003. Clonal propagation, encapsulation and reintroduction of *ipsea malabarica* (reichb. F.) J. D. Hook., an endangered orchid. *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 39: 322–326.
- Murthy HN, Pyati AN. 2001. Micropropagation of *aerides maculosum* lindl. (orchidaceae). *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 37: 223–226.
- Pacheco AE. 2001. Análisis comparativo del crecimiento *in vitro* entre *Chysis aurea* y *Chysis bractescens* Lindl. (1837). Trabajo recepcional para la obtención de diploma de especialización. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz, México.
- Pence VC. 2011. Evaluating costs for the *in vitro* propagation and preservation of endangered plants. *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 47: 176–187.
- Pierik RLM. 1990. Cultivo *in vitro* de plantas superiores. Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. 326 p.
- Saiprasad GBS, Polisetty R. 2003. Propagation of three orchid genera using encapsulated protocorm-like bodies. *In vitro cellular & developmental biology – plant*. 39: 42–48.
- Toledo EXE, Orantes GO y Verdugo VAG. 2012. Cultivo *in vitro* de la orquídea *Chysis bractescens* Lindley. *Lacandona*. 6 (2): 7-13.

Téllez VMAA. 2011. Diagnóstico de la familia Orchidaceae en México. Edit. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Texcoco, México. 181 p.

## IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS EN SEMILLAS DE FRIJOL EN VARIETADES TIPO CRIOLLAS, SILVESTRES Y COMERCIALES

Oliveros Oliveros Santiago<sup>1\*</sup>; Guerrero Aguilar Brenda Zulema<sup>2</sup>; Acosta Gallegos Jorge<sup>2</sup>; Reyes Fuentes Mabel<sup>1</sup> y Figueroa Rivera María Guadalupe<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Roque. Carretera, Celaya- Juventino Rosas, Km.8, C.P. 38110 Celaya, Gto. <sup>2</sup>Centro de Investigación Regional del Centro (CIRCE) del INIFAP. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, C.P. 38110 Celaya Gto. \*Autor de correspondencia: [morgan.san17@gmail.com](mailto:morgan.san17@gmail.com)

### RESUMEN

La semilla es una parte importante para el desarrollo de la planta, pero la mayoría de los hongos fitopatógenos asociados al frijol son vehículos de introducción en nuevas áreas donde bajo condiciones favorables pueden causar pérdidas considerables en el cultivo. Algunos de estos patógenos se encuentran en la testa, y otros se encuentran dentro de la semilla, existen otros patógenos que son saprofitos que tiene poco o ningún efecto sobre la viabilidad de la semilla. Sin embargo, los niveles altos de semillas infectadas por patógenos o saprofitos pueden afectar la calidad, vigor y longevidad de las mismas. Es importante mencionar que la identificación de patógenos en la semilla nos va a dar información sobre qué problemas podría afrontar el productor en los cultivos originados de esas semillas. El objetivo del presente trabajo fue identificar los hongos asociados a los diferentes materiales de semillas de frijol, así determinar su frecuencia y grado de infección por variedad. Para esto fueron analizadas 14 materiales de semilla de frijol. De cada material se analizaron 30 semillas mediante medio de cultivo PDA al 25%. Los resultados muestran que dos tipos de patógenos que atacan en la cubierta de semilla, *Alternaria* sp, (64.28%), *Penicillium* sp. (42.85%) y *Rhizopus* (19.28.6%). y los que se encuentran en el interior de la semilla: *Fusarium* sp. (85.71%) *Rhizoctonia solani*. (57.14%) y *Macrophomina phaseolina* (7.14%). *Fusarium* sp. fue el patógeno con mayor frecuencia, encontrándose en 12 materiales de frijol, siendo las variedades comerciales tipo pintos Salinas, Rarámuri, San Luis y Pinto Saltillo en las que se detectó mayor porcentaje de semillas infectadas. Además, se identificaron seis especies de *Fusarium*; *F.oxysporum*, *F.solani*, *F. verticilloides*, *F.graminearum* , *F.heterosporum*, y *F. proliferatum*.

**Palabras clave:** *Fusarium*, *Frijol*, *Semilla*.

### INTRODUCCIÓN

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), es una de las leguminosas más importante de México. Los hongos asociados a las semillas provocan la pérdida de su calidad, ya que afectan la viabilidad y reducen su germinación. Estos hongos inciden principalmente en el campo (fitopatógenos) o durante su almacenamiento o conservación (de almacén). Los hongos que contaminan las semillas en el campo usualmente permanecen inactivos durante su almacenamiento. Sin embargo, los que inciden en

almacén, producen afectaciones debido a su capacidad de crecer en condiciones de baja humedad en la cuales la mayoría de los hongos no consiguen desarrollarse. (Ghangaokar y Kshirsagar, 2013) La mayor parte de los hongos fitopatógenos que afectan al frijol emplean las semillas como vía de introducción en nuevas áreas donde bajo condiciones favorables pueden causar pérdidas considerables en el cultivo. Los principales hongos que se encuentran sobre la semilla pertenecen, a los géneros *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Botrytis* y *Alternaria*. Estos hongos que normalmente son saprófitos, organismos que se desarrollan sobre sustancias orgánicas en descomposición, son los principales causantes de la pudrición de la semilla. Cada semilla constituye una fuente de alimento para los microorganismos y el grado de ataque en terreno dependerá de varios factores. Así, por ejemplo, una rápida germinación reduce el riesgo de ataque, en tanto que bajo condiciones que la retarden, la acción de los microorganismos, se ve favorecida. Esto último sucede en siembras que coinciden con períodos de bajas temperaturas, en cuyo caso la semilla retarda su germinación quedando expuesta a la acción de los patógenos durante un periodo de tiempo más prolongado. Las bajas temperaturas, por otra parte, favorecen el desarrollo de varios de los hongos que atacan la semilla. Entre los hongos que pueden atacar a las plántulas antes o inmediatamente después de la emergencia se encuentran los pertenecientes a los géneros *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Macrophomina*, etc. Como una forma de reducir el daño de semillas y plántulas causado por el complejo de hongos señalados, se recomienda el uso de desinfectantes de semilla. La mayor parte de la semilla que se siembra, no está tratada con desinfectantes, lo que se traduce, por las razones indicadas en una baja densidad de plantas en el cultivo. El tratamiento de las semillas debe efectuarse, por lo tanto, con dos propósitos: destruir aquellos organismos que se encuentran sobre la semilla y protegerla de los organismos que se encuentran en el suelo durante los primeros estados de germinación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se emplearon seis materiales de frijol provenientes de Michoacán cuatro de tipo criollo (1FM, 3FM, 5FMI, 7PV) y dos silvestres (9FS y 10FV), de Guanajuato se emplearon cuatro de tipo criollo (2PB, 4J, 6SM y 8FC), además se analizaron cuatro variedades tipo pinto: Rarámuri, Salinas, Saltillo y San Luis (Figura 1).

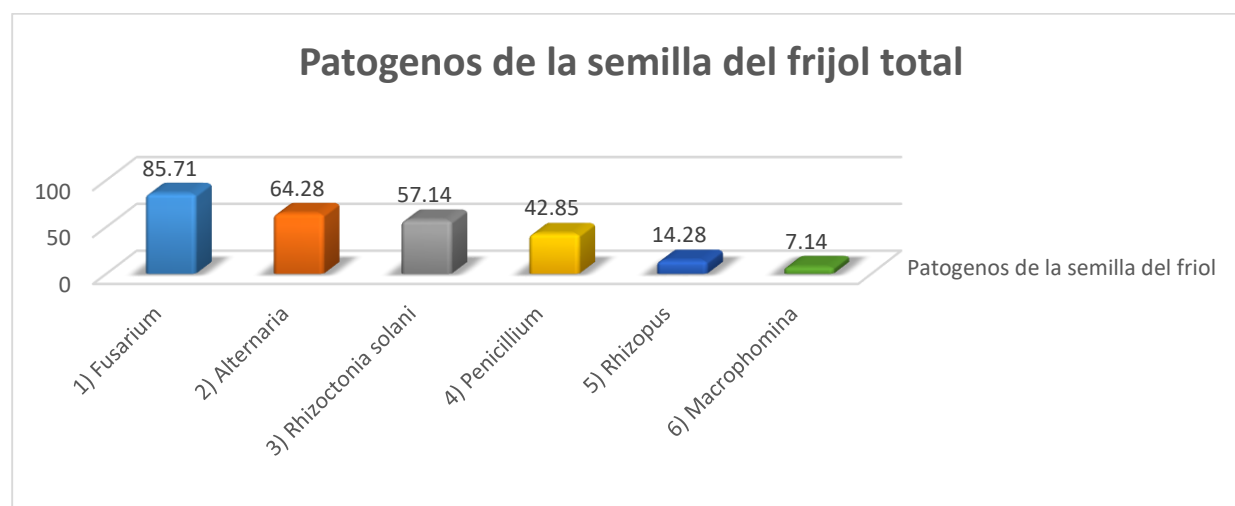


Figura 1. Tipos de materiales de Frijol.

Se tomaron 10 semillas de cada material con tres repeticiones previamente desinfectado con hipoclorito de sodio al 5% por un minuto, posteriormente se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril y se secaron en toallas absorbentes estériles. Las semillas se sembraron en medio de cultivo PDA 25% (16 g de agar bacteriológico y 10 gr de PDA) acidificado con ácido láctico (200µL /L). Las cajas fueron incubadas a temperatura ambiente, después de 48h se procedió a identificar los microorganismos fúngicos presentes, con el uso de claves apropiadas (Barnett & Hunter,1998; Nelson *et al.*, 1983). Todas las colonias fueron observadas al microscopio para identificar los aislamientos correspondientes al género *Fusarium* (Barnett y Hunter,1998). Se obtuvo una suspensión de conidios y se dispersó en cajas Petri conteniendo el medio de cultivo Spezieller Nährstoffmarmar agar (SNA; 1.0 g de KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 1.0 g de KNO<sub>3</sub>, 0.5 g de MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, 0.5 g de KCl, 0.2 g de glucosa,0.2 g de sacarosa y 20.0 g de agar en un litro de agua destilada) (Nirenberg, 1976). Un conidio germinado se transfirió a medio de cultivo PDA hasta su crecimiento. A partir de los cultivos monoconidiales, se transfirieron a cajas conteniendo medios de cultivo hojas de clavel-agar (CLA; 20 g de agar en un litro de agua destilada, y 12 piezas de hojas de clavel estériles), PDA y SNA. Las cajas se incubaron a temperatura ambiente. Después de 10 días se observaron las características con ayuda del microscopio. La identificación se basó en el uso de las claves de Nelson *et al.* (1983). Las colonias desarrolladas en PDA se mantuvieron por más de 14 días para observar variaciones de color entre ellas.

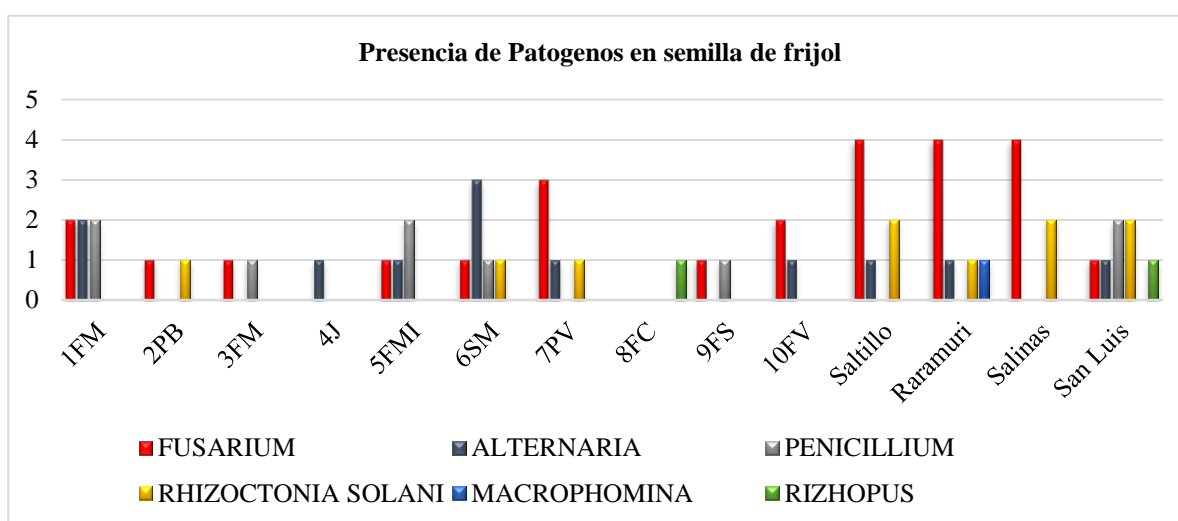
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se observan dos grupos de microorganismos los que se encuentra en la cubierta de la semilla; *Alternaria* sp., *Penicillium* sp. y *Rhizopus*, y los patógenos que infectan dentro de la semilla: *Fusarium* sp, *Rhizoctonia solani* y *Macrophomina phaseolina*. De los 14 materiales de frijol analizados se encontró al género *Fusarium* sp. (85.71%) siendo el de mayor frecuencia de aparición, siguiendo *Alternaria* sp, (64.28%), *Rhizoctonia solani*. (57.14%), *Penicillium* sp. (42.85%), *Rhizopus* (19.28.6%) y *Macrophomina phaseolina* (7.14%) (**Figura 2**)



**Figura 2.** Porcentaje total de patógenos encontrados en los 14 materiales de frijol.

En la **Figura 3** se observa que las variedades comerciales del tipo pintos; Salinas, Rarámuri, San Luis y pinto Saltillo fueron en las que se detectó mayor porcentaje de semillas infectadas por el género *Fusarium* sp y *Rhizoctonia solani* y en la variedad P. Rarámuri se encontró *Macrophomina phaseolina*, mientras que en los silvestres 9FS y 10FS, se encontró la presencia de *Fusarium*, *Rhizoctonia solani*, *Rhizopus* y *Penicillium* sp. en cuanto a los frijoles criollos se encontró en menor cantidad *Fusarium* sp, *Alternaria* y *Penicillium* en las muestras 4J solamente se encontró *Alternaria* mientras que 8FC no se encontró algún patógeno.



En cuanto a la identificación del género *Fusarium* se ubicaron seis especies, entre ellas la más frecuentemente fue *F. graminearum* (41.6%), *F. heterosporum* (33.3), *F. oxysporum* (25%), *F. solani* (25%), *F. verticilloides* (8.3%) y *F. proliferatum* (8.3%). Según Farr y Rossman (2012) consideran a *F. solani* y *F. oxysporum* como las especies fitopatógenas más importantes para el cultivo; la primera causa pudrición de la raíz (Sandoval y López, 2000;) y la segunda amarillamiento o marchitez (Sandoval y López, 2000; Montiel *et al.*, 2005; Marino y Mesquita, 2009), estas dos especies también son capaces de infectar la semilla y transmitirse a través de ella (Bolkan, 1980). *F. graminearum*, es otra especie que infecta a la raíz de frijol al ser inoculadas artificialmente (Chongo *et al.*, 2001; Dhingra y Muchovej, 1979). Otros de las especies de *Fusarium* han sido reconocidas como productoras de micotoxinas (Kim *et al.*, 1995; Rheeder *et al.*, 2002), entre las que se encuentran *F. verticillioides*, *F. proliferatum* y *F. culmorum*. De estas especies, *F. verticillioides* y *F. culmorum* se han visto asociadas a la producción de micotoxinas en semillas de frijol (Tseng *et al.*, 1995).

En cuanto a los hongos que se encuentran en la cubierta de la semilla *Penicillium* sp. y *Alternaria* sp., son considerados hongos de incidencia en almacén (Amadi y Adeniyi, 2009) los cuales no tienen gran importancia durante el ciclo del cultivo, pero afectan negativamente la calidad de la semilla y su germinación

Por lo tanto, muchos de los patógenos encontrados concuerda con el trabajo de Montiel *et al.*, (2005) que reportan diez especies de *Fusarium* que están presentes en las pudriciones de raíz de frijol y los cuales se pueden transmitir por medio de semilla, por lo que se puede decir que hay gran heterogeneidad en el número de especies dentro de los campos de frijol y su distribución, se confirma el carácter cosmopolita del género y su capacidad de colonizar los suelos (Rodríguez-Molina *et al.*, 2000).

## CONCLUSIÓN

Se encontraron dos grupos de patógenos que están involucrados en la semilla, *Alternaria*, *penicillium*, *Rhizopus*, *Aspergillus*. El segundo grupo de patógenos que se encuentran internamente en la semilla, *Fusarium*, *Macrophomina* y *Rhizoctonia solani* y siendo el más predominante *Fusarium* sp. con 85.71 %.

Se encontraron seis especies de *Fusarium* que están involucrados en la pudrición de raíz y en la transmisión de la semilla entre ellas *F. graminearum*, *F. heterosporum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. verticilloides* y *F. proliferatum*

## LITERATURA CITADA

- Barnett, H.L., and Hunter, B.B. 1998. Illustrated genera of Imperfect Fungi. The American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, USA. 218 p
- Bolkan, H.A. 1980. Las pudriciones radicales. pp. 65-99. En: H.F. Schwartz y G.E. Gálvez (eds.). Problemas de Producción del Frijol. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 424 p.
- Chongo, G., Gossen, B.D., Kutcher, H.R., Gilbert, J., Turkington, T.K., Fernandez, M.R., and McLaren, D. 2001. Reaction of seedling roots of 14 crop species to *Fusarium graminearum* from wheat heads. Canadian Journal of Plant Pathology 23:132-137
- Dhingra, O.D., and Muchovej, J.J. 1979. Pod rot, seed rot, and root rot of snap bean and dry bean caused by *Fusarium semitectum*. Plant Disease Reporter 63:84-87
- Ghangaokar, NM, Kshirsagar, AD (2013) Study of seed borne fungi of different legumes. Trends in Life Sciences 2(1): 32-35
- Kim, J.Ch., Lee, Y.W., and Yu, S.-H. 1995. Sambutoxin-producing isolates of *Fusarium* species and occurrence of sambutoxin in rotten potato tubers. Applied and Environmental Microbiology 61:3750-3751.
- Marino, RH, Mesquita JB (2009) Micoflora de sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do Estado de Sergipe. Revista Brasileira de Ciências Agrárias 4(3): 252-256
- Martínez-de la Parte, E, Trujillo M, Cantillo-Pérez T, García D (2013) First report of white mould of beans caused by *Sclerotinia sclerotiorum* in Cuba. New Disease Reports 27: 5

- Montiel, L, González F, Sánchez BM, Gúzman S, Gámez FP, Acosta JA, Rodríguez R, Simpson J, Cabral M, Mendoza M (2005) Especies de *Fusarium* en raíces de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) con daños de pudrición, en cinco estados del centro de México. Revista Mexicana de Fitopatología 23(1): 1-7
- Nerey, Y, Pannecoucq J, Hernández HP, Díaz M, Espinosa R, De Vos E, Van Beneden S, Herrera L, Höfte M (2010) *Rhizoctonia* spp. causing root and hypocotyl rot in *Phaseolus vulgaris* in Cuba. Journal of Phytopathology 158: 236-243
- Nirenberg, H.I. 1976. Untersuchungen über diemorphologische and biologische differenzierung in der *Fusarium*-sektion *Liseola*. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstw. Berlin-Dahlem 169: 1-117
- Rheeder, J.P., Marasas, W.F.O., and Vismer, H.F. 2002. Production of fumonisin analogs by *Fusarium* species. Applied and Environmental Microbiology 68:2101-2105.
- Rodríguez-Molina, M.C., Tello-Marquina, J.C., Torres-Villa, L.M., and Bielza-Lino, P. 2000. Micro-scale systematic sampling of soil: Heterogeneity in populations of *Fusarium oxysporum*, *F. solani*, *F. roseum* and *F. moniliforme*. Journal of Phytopathology 148:609-618
- Sandoval, I, López MO (2000) Micobiota del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en Cuba. Fitosanidad 4(3-4): 15-21
- Tseng, T.C., Tu, J.C., and Tzean, S.S. 1995. Mycoflora and mycotoxins in dry bean (*Phaseolus vulgaris*) produced in Taiwan and in Ontario, Canada. Botanical Bulletin of Academia Sinica 36:229-234.

## EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SIETE LEGUMINOSAS FORRAJERAS EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA

Zulma Castillejos-Antonio\*; José Eduardo Barrera-Espinoza; Manuel Olivera-Ruiz; Juan Rendón-Cruz; José Manuel Cabrera-Toledo

Tecnológico Nacional de México Campus Instituto Tecnológico de Comitancillo. \*Autor de correspondencia:

[zulmacastian@hotmail.com](mailto:zulmacastian@hotmail.com)

### RESUMEN

En el Istmo de Tehuantepec, Oaxaca la alimentación del ganado bovino se basa en el pastoreo de pastizales y el uso de esquilmos, lo que no es suficiente para cumplir con los requerimientos nutricionales de estos. Una alternativa viable y económica es el aprovechamiento de las leguminosas tanto naturales como cultivadas para mejorar la calidad de la dieta y la oferta forrajera para la producción bovina en épocas deficitarias de pastos. En la región se desconoce el comportamiento de leguminosas y su producción en condiciones climáticas y edafológicas en esta parte de la región del istmo de Tehuantepec. Bajo ese contexto se estableció un experimento en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, con el objetivo de realizar la caracterización agronómica de 7 especies de leguminosas forrajeras. Se estudiaron 7 especies: *Canavalia ensiformes*, *Mucuna pruriens*, *Clitoria ternatea*, *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata*, *Vigna radiata*, *Pueraria phaseoloides*. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con tres repeticiones. Tomando datos de altura de planta, rendimiento de forraje verde, rendimiento de materia seca, relación hoja/tallo, porcentaje de interceptación solar, número de vainas, peso de vainas. Los resultados mostraron que *Cajanus cajan* fue el mejor en Altura ( 295 cm) y rendimiento de materia seca ( $20.78 \text{ t ha}^{-1}$ ), *Canavalia ensiformes* en el rendimiento de forraje verde ( $52.92 \text{ t ha}^{-1}$ ), relación hoja/tallo (1.36) y peso de vainas de cinco plantas ( 940.33 g), *Mucuna pruriens*, junto con *Cajanus cajan* y *Clitoria ternatea* fueron las especies más sobresalientes en la radiación interceptada con un valor de 100 %, y *Clitoria ternatea* mostró el mejor promedio en número de vainas con 205.

**Palabras claves:** Adaptación, Producción, Leguminosas, Forrajeras, características.

### SUMMARY

In the Isthmus of Tehuantepec, Oaxaca, cattle feeding is based on pasture grazing and the use of shears, which is not enough to meet their nutritional requirements. A viable and economical alternative is the use of both natural and cultivated legumes to improve the quality of the diet and the supply of fodder for bovine production in pasture periods. In the region the behavior of legumes and their production in climatic and edaphological conditions in this part of the Tehuantepec isthmus region is unknown. Under that context an experiment was established at the Technological

Institute of Comitancillo, with the objective of carrying out the agronomic characterization of 7 species of forage legumes. Seven species were studied: *Canavalia ensiformes*, *Mucuna pruriens*, *Clitoria ternatea*, *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata*, *Vigna radiata* y *Pueraria phaseoloides*. A randomized experimental design with three repetitions was used. Taking data of plant height, green forage yield, dry matter yield, leaf / stem ratio, percentage of solar interception, number of pods, pod weight. The results showed that *Cajanus cajan* was the best in Height (295 cm) and dry matter yield (20.78 t ha<sup>-1</sup>), *Canavalia ensiformes* in green forage yield (52.92 t ha<sup>-1</sup>), leaf / stem ratio (1.36) and weight of pods of five plants (940.33 g), *Mucuna pruriens*, together with *Cajanus cajan* and *Clitoria ternatea* were the most outstanding species in the intercepted radiation with a value of 100%, and *Clitoria ternatea* showed the best average in number of pods with 205.

**Key words:** *Adaptation, Production, Legumes, Forage, Characteristics.*

## INTRODUCCIÓN

Las leguminosas forrajeras han sido muy poco aprovechadas en la alimentación animal. Sin embargo, se encuentran de manera abundante en la mayor parte de los ecosistemas tropicales de México y se tiene poca información sobre su valor nutritivo por lo que es necesario conocer el valor nutricional de las leguminosas tropicales para mejorar la eficiencia con la cual el ganado las utiliza (Juárez, 2006). Una de las formas de complementar las deficiencias proteicas de las gramíneas, es con el uso de leguminosas forrajeras, las cuales presentan un alto valor nutritivo, con contenidos de proteína bruta, entre 18 y 25 %. y contenidos de fibra menores al 40%, lo que permite un mayor consumo voluntario y digestibilidad, obteniendo incrementos en los rendimientos de carne y leche). La investigación sobre especies forrajeras en México, demuestra que existe una amplia variedad de leguminosas forrajeras adaptadas a las condiciones edafológicas, climáticas y bióticas prevalecientes en las zonas tropicales y que presentan una mayor productividad y estabilidad que las especies forrajeras nativas e introducidas tradicionalmente utilizadas (Villanueva, 2000). En áreas tropicales, el alto costo de los alimentos concentrados y el típico bajo valor nutritivo de las gramíneas naturalizadas usadas como forrajeras, en combinación con su baja producción durante periodos de sequía, ocasionan que a menudo los rumiantes no puedan expresar su verdadero potencial genético para la producción de carne o leche. Estos hechos hacen necesaria la búsqueda de alternativas para cubrir el requerimiento nutricional del animal. (León, 2013). El objetivo del trabajo fue realizar la evaluación agronómica de siete leguminosas forrajeras tropicales en el istmo Oaxaqueño.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, bajo condiciones de clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, temperatura media de 27 °C y precipitación anual de 700 a 800 mm, en suelos de textura ligera y pH neutro a ligeramente alcalino. Los

tratamientos consistieron en siete leguminosas forrajeras tropicales: *Canavalia ensiformes*, *Mucuna pruriens*, *Clitoria ternatea*, *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata*, *Vigna radiata* y *Pueraria phaseoloides*; se utilizó un diseño en bloques al azar con tres repeticiones, cada unidad experimental estuvo conformada por 12 m<sup>2</sup>, realizando las actividades de preparación del terreno (doble rastra y surcado), trazado de la parcela experimental, construcción de canales de riego y desagüe, control de malezas, riego de parcelas (figura 1), se tomaron datos de altura de planta (ALT), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS), relación hoja/tallo (RHT), porcentaje de interceptación solar (%IS), número de vainas (NVAI), peso de vainas (PVAI).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos se muestran el cuadro 1, donde para RFV el mejor valor fue para *Canavalia ensiformes* con de 52.92 t ha<sup>-1</sup> y *Cajanus cajan* con 48.8 t ha<sup>-1</sup>. En estudios realizados por Aramendiz *et al.* (2011) para *Vigna unguiculata* esta presentó un promedio de 49.941 t ha<sup>-1</sup>. De forma contraria en estudios realizados por Castro *et al.* (2017) para *Clitoria ternatea* se presenta un promedio de 3.031 t ha<sup>-1</sup>. Así mismo Pozo *et al.* (2018) reporta para *Pueraria phaseoloides* un promedio de 13.920 t ha<sup>-1</sup>. García *et al.* (2001) para *Vigna radiata* a su vez menciona un promedio de 3.0 t ha<sup>-1</sup>. Por último Elizarraras *et al.* (2009) comenta que para *Clitoria ternatea* encontró valores de 28.5 t ha<sup>-1</sup>.

Para RMS *Cajanus cajan* se mostró superior con 20.78 t ha<sup>-1</sup>. Jiménez *et al.* (2005) reporta para *Cajanus cajan* un promedio de 7.65 t ha<sup>-1</sup>. De la misma forma López *et al.* (2017) menciona que *Cajanus cajan* presentó un promedio de 0.674 t ha<sup>-1</sup>. Por último Elizarraras *et al.* (2009) comenta que *Clitoria ternatea* mostró un promedio de 21.2 t ha<sup>-1</sup>.

Cuadro 1. Resultados de las especies sometidas a evaluación

Especie	RFV (t ha <sup>-1</sup> )	RMS (t ha <sup>-1</sup> )	RHT	ALT (cm)	%IS	NVAI (5 plantas)	PVAI (g/5 plantas)
<i>Canavalia ensiformis</i>	52.92 a	11.6 b	1.36 a	86.66 b	96.2 b	13 c	940.33 a
<i>Cajanus cajan</i>	48.8 a	20.78 a	0.3 e	295 a	100 a	43 bc	45.60 d
<i>Clitoria ternatea</i>	28.89 b	5.9 c	0.86 bc	63.33 c	100 a	205 a	302.67 b
<i>Mucuna pruriens</i>	17.66 c	3.96 c	0.45 d	69.4 c	100 a	34 bc	180.50 c
<i>Vigna radiata</i>	17.45 bc	3.61 c	0.88 bc	77 bc	80.8 c	68 b	43.53 d
<i>Pueraria phaseoloides</i>	17.26 bc	3.15 c	0.68 c	44 d	95.5 b	19 c	20.73 d
<i>Vigna unguiculata</i>	11.07 c	1.03 c	0.94 b	40.46 d	28.6 d	18 c	25.07 d

altura de planta (ALT), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS), relación hoja/tallo (RHT), porcentaje de interceptación solar (%IS), número de vainas (NVAI), peso de vainas (PVAI).

En el Cuadro 1 se muestra que en RHT *Canavalia ensiformes* obtuvo el mejor promedio con 1.36, lo cual difiere con lo reportado Rosado *et al.* (2018) en donde *Canavalia ensiformes* presentó un promedio de 1.58.

En el caso de ALT *Cajanus cajan* mostró el mejor valor con un promedio de 295 cm. Los resultados presentados para *Vigna unguiculata* difieren de lo reportado por Díaz *et al.* (2009) quien presentó valores de 47.21 cm por planta. Elizarraras *et al.* (2009) reportó para *Clitoria ternatea* un valor de 45 cm por planta. A su vez López *et al.* (2017) reportaron valores de 92 cm de altura de planta para *Cajanus cajan*.

En la variable %IS las especies más sobresalientes fueron *Mucuna pruriens*, *Cajanus cajan* y *Clitoria ternatea* 100 %. En estudios realizados por Pozo *et al.* (2018) este menciona que *Pueraria phaseloides* presentó un promedio de 99 % de interceptación solar siendo este valor superior a los mostrado en el Cuadro 1 para esta misma especie.

Para NVAI el mejor valor fue para *Clitoria ternatea* con un promedio de 41 vainas por planta. Aramendiz *et al.* (2011) menciona que para *Vigna unguiculata* observó 27 vainas por planta. Sin embargo Gutiérrez *et al.* (2001) comenta haber encontrado para *Vigna unguiculata* un promedio de 8 vainas por planta. En el caso de Medel *et al.* (2012) este reporta para *Clitoria ternatea* un promedio de 14 vainas por planta.

## CONCLUSIONES

Todas las especies evaluadas se consideran promisorias para su establecimiento en la región, en el caso de *Cannavalia ensiformis*, *Vigna unguiculata*, *Clitoria ternatea* y *Vigna radiata* pudo observarse una buena relación hoja/tallo considerando que son especies forrajeras de buena calidad para su consumo por los animales domésticos de interés zootécnico.

## LITERATURA CITADA

- Araméndiz H. T., Espitia M, Sierra C. M. 2011. Comportamiento agronómico de líneas promisorias de frijol Caupí *Vigna unguiculata* L. Walp en el valle del Sinú. Universidad de Córdoba. Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural. Carretera 6 N° 76-103, Montería - Colombia. Disponible en: <http://hdl.handle.net/123456789/438>.
- Elizarraras-Lozano, S.; Serratos-Arévalo, J. C.; López-Alcocer, E.; Román-Miranda, L. 2009. La aplicación de ácidos húmicos sobre características productivas de *Clitoria ternatea* L. en la región Centro- Occidente de México. Avances en Investigación Agropecuaria, vol. 13. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=83712319002>.
- García M, Treto E y Álvarez M .2001. Comportamiento de diferentes especies de plantas para ser utilizadas como abonos verdes en las condiciones de Cuba. Cultivos tropicales, vol. 22.
- Jiménez A. M, Farfán F y Soledad C. 2005. Biomasa seca y contenido de nutrientes de *Cajanus cajan*, *Crotalaria juncea* y *Tephrosia candida*, empleados como abonos verdes en cafetales. Revista Cenicafe 56 (2): 93-109.
- Juarez, F.I. 2006. Evaluación nutricional de leguminosas tropicales. México. Disponible en: <http://tiesmexico.cals.cornell.edu/courses/shortcourse1/minisite/pdf/3/EvaluacQi%C2%A2n%20Nutricional%20de%20Leguminosas%20Tropicales.pdf>.

- León O, Torre G, Higuera A, Reina Y y Sáez T. 2013. Evaluación agronómica y participativa de cultivares de frijol [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.] En Calabozo, estado Guárico, Venezuela. *Revista Científica UDO Agrícola* 13 (1): 25-31.
- López H, Martínez J, Balseca D, Gusqui L y Cienfuegos E. 2017. Crecimiento inicial de dos variedades de gandul (*Cajanus cajan*) en el trópico de Ecuador. *Abanico veterinario* issn 2448-6132 Editorial Sergio Martínez González [sisupe.org/revistasabanico](http://sisupe.org/revistasabanico). Disponible en: <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2018.82.3>.
- Medel C. I, Joaquín B.M, Sánchez M.A, Parra M.L, Joaquín S, Gómez A y Hernández A. 2012. Evaluación de la distancia entre plantas sobre el rendimiento y calidad de semilla de *Clitoria ternatea* L. cv. Tehuana. *Revista Tropical and Subtropical Agroecosystems*, vol. 15, Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93924624002>.
- Pozo A, Alvarado A, Carrera B y Pilaloa W. 2016 . “Evaluación de distintas densidades de siembra de kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides*) como alternativa de cobertura vegetal en plantaciones de cacao en la zona agrícola del cantón El Triunfo, provincia del Guayas”. *El Misionero del Agro*. ISSN 1390-8537. El Triunfo, Ecuador.
- Rosado J, Castillejos Z, Rendón J. (2018) Evaluación agronómica de leguminosas tropicales en el istmo oaxaqueño. *Rev. Tec. CEA* ISSN 2594 0414 noviembre 2018. P.736. disponible en: <http://www.revistatecnologicaceamx/archivos/revista%20Tecnol%C3%B3gica%20CEA%20N%C2%B0%207.pdf>.
- Villanueva J.F. 2000. *Clitoria*. Leguminosa forrajera de excelencia para el trópico mexicano. Boletín informativo. INIFAP. Disponible en: [www.produccionanimal.com.ar](http://www.produccionanimal.com.ar).

## EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE 11 GRAMÍNEAS FORRAJERAS AL ESTABLECIMIENTO EN EL ISTMO DE TEHUANTEPEC, OAXACA

Juan Rendón-Cruz; Luis Fernando Antoni-Martínez; Zulma Castillejos-Antonio\* y José Manuel Cabrera-Toledo

Tecnológico Nacional de México Campus-Comitancillo. \*Autor de correspondencia: [zulmacastian@hotmail.com](mailto:zulmacastian@hotmail.com)

### RESUMEN

Con el objetivo de realizar la evaluación agronómica de gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en su etapa de establecimiento, se realizó un experimento en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. El clima es cálido subhúmedo  $Aw_0$  (w) ig, el más seco de los subhúmedos, con régimen de lluvias en verano. Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar; los tratamientos fueron: Cobra (*Brachiaria híbrido* cv. CIAT BRO2/1794), Mavuno (*Brachiaria híbrido*), Cayman (*Brachiaria híbrido* cv. CIAT BR 02/1752) Mulato II (*Brachiaria híbrido* CIAT 36087) Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Piata (*Brachiaria brizanta* cv. Piata), Ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*) Mg5 (*Brachiaria brizanta* cv. Xaraes) Señal (*Brachiaria decumbens*) Mulato I (*Brachiaria híbrido* CIAT 36061) y Basilisk (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk), se tomaron datos de interceptación solar (%IS), altura a cosecha (AC), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje verde (RFV), rendimiento de materia seca (RMS) y relación hoja/tallo (RH/T). Se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.01$ ) para %IS sobresaliendo las especies Insurgente con 81.5 %, Mavuno con 81.3 %, Señal con 78.6 % y Basilisk con 77.8 %, y diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) para RFV sobresaliendo Mavuno con 68.96 t ha<sup>-1</sup>.

**Palabras Claves:** Evaluación, Productiva, *Brachiaria*, Forrajeras, Tehuantepec

### SUMMARY

In order to carry out the agronomic evaluation of forage grasses of the *Brachiaria* genus during its establishment stage, an experiment was carried out at the Technological Institute of Comitancillo, in San Pedro Comitancillo, Oaxaca. The climate is warm subhumid  $Aw_0$  (w) ig, the driest of the subhumid, with summer rainfall. A randomized experimental block design was used; The treatments were: Cobra (*Brachiaria hybrid* cv. CIAT BRO2 / 1794), Mavuno (*Brachiaria hybrid*), Cayman (*Brachiaria hybrid* cv. CIAT BR 02/1752) Mulato II (*Brachiaria hybrid* CIAT 36087) Insurgent (*Brachiaria brizantha*), Piata (*Brachiaria brizanta* cv. Piata), Ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*) Mg5 (*Brachiaria brizanta* cv. Xaraes) Signal (*Brachiaria decumbens*) Mulato I (*Brachiaria hybrid* CIAT 36061) and Basilisk (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk), interception were taken % IS), harvest height (AC), tiller diameter (DM), green forage yield (RFV), dry matter yield (RMS) and leaf / stem ratio (RH / T). Highly significant differences ( $p < 0.01$ ) were found for % IS, with Insurgent species standing out with 81.5%, Mavuno with 81.3%, Signal with 78.6%

and Basilisk with 77.8%, and significant differences ( $p < 0.05$ ) for RFV excelling Mavuno with 68.96 t ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** *Evaluation, Productive, Brachiaria, Forage, Tehuantepec*

## INTRODUCCIÓN

Contreras (2006), comenta que los sistemas de producción ganadera en los trópicos están basados en el uso de pasto como fuente principal de alimentación, sin embargo estos se caracterizan por tener una producción elevada durante la temporada de lluvias, en cuanto a cantidad se refiere, mientras que en la época seca la producción de forraje disminuye gradualmente como consecuencia de la falta de humedad, bajas temperaturas y radiación solar. Así mismo disminuye el contenido de nutrientes particularmente proteína (p. 2). Alcántara y Bufarah (1998) citado por Bodadilla y Benítez (2004), explican que el éxito en la introducción de nuevas especies en una determinada región, dependerá del estudio de una serie de parámetros que evitará totalmente o en parte que se proceda a la introducción de plantas inadecuadas a la región (p. 28). Las especies del género *Brachiaria* son bien recibidas entre los ganaderos gracias a su agresividad y a su adaptabilidad, atributos que les permiten persistir cuando el manejo que reciben no se acerca a lo ideal (Miles et al., 2006). Sosa et al. (2008) explica que el desarrollo de la ganadería en la región del Istmo de Tehuantepec, Oaxaca; demanda una creciente producción de forraje para cubrir las necesidades del ganado bovino, de tal manera que este se manifieste el óptimo potencial de producción de carne y leche (p.415). El objetivo del trabajo fue evaluar el potencial productivo de 11 gramíneas forrajeras del género *Brachiaria* en el istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Instituto Tecnológico de Comitancillo, bajo condiciones de clima cálido subhúmedo, el más seco de los subhúmedos, temperatura media de 27 °C y precipitación anual de 700 a 800 mm, en suelos de textura ligera y ph neutro ligeramente alcalino. Las especies evaluadas fueron: Cobra (*Brachiaria* híbrido cv. CIAT BRO2/1794), Mavuno (*Brachiaria* híbrido), Cayman (*Brachiaria* híbrido cv. CIAT BR 02/1752) Mulato II (*Brachiaria* híbrido CIAT 36087) Insurgente (*Brachiaria brizantha*), Piata (*Brachiaria brizantha* cv. Piata), Ruziziensis (*Brachiaria ruziziensis*) Mg5 (*Brachiaria brizantha* cv. xaraes) Señal (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) Mulato I (*Brachiaria* híbrido CIAT 36061) y Basilisk (*Brachiaria decumbens* cv. Basilisk CIAT 606); las cuales fueron sembradas por material vegetativo en parcelas de 12 m<sup>2</sup> utilizando un diseño en bloques al azar. Se tomaron valores de altura a cosecha (AC), diámetro de macollo (DM), rendimiento de forraje verde (RFV), relación hoja/tallo (RHT) y porcentaje de interceptación solar (%IS).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron respuesta significativa ( $p < 0.05$ ) para RFV siendo Mavuno la más sobresaliente con  $68.96 \text{ t ha}^{-1}$  tal como se muestra en la figura 1. Estos resultados difieren con lo reportado por Luna (2017) quien presenta a Xaraes e Insurgente como sobresalientes y reporta además mejores promedios para rendimiento de forraje verde mostrando a Xaraes con  $34 \text{ t ha}^{-1}$ , Insurgente con  $31.65 \text{ t ha}^{-1}$  y Piata con  $31.37 \text{ t ha}^{-1}$ .

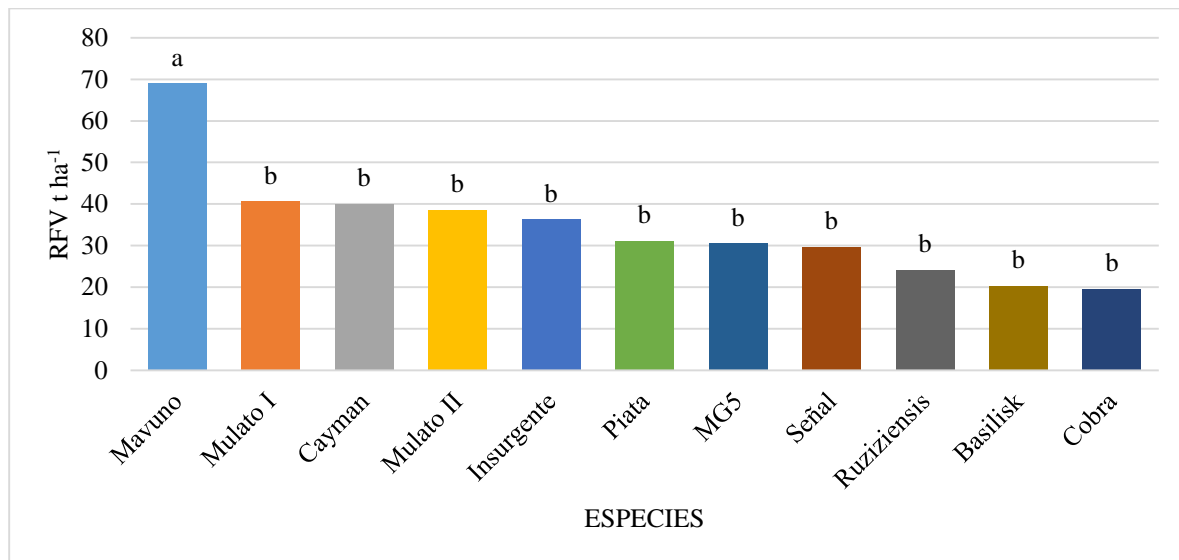


Figura 1. Resultados para rendimiento de forraje verde

Para el porcentaje de Interceptación solar (%IS) se observó respuesta altamente significativa ( $p < 0.01$ ) donde los mejores promedios fueron para Insurgente, Mavuno, Señal y Basilisk con promedios de 81.5 %, 81.3 %, 78.6 % y 77.8 % respectivamente tal como lo muestra la figura 2. El resultado obtenido en este trabajo difiere con lo mostrado por Luna (2017) al mencionar a Mulato II como uno de los más sobresalientes reportando valores de 84.18 %, siendo este valor superior a lo reportado en el presente trabajo. Por otro lado, Sánchez (2017) muestra como los mejores en radiación interceptada a Insurgente con 93.90 %, Mulato II con 93 % y Piata con 92.60 %, marcándose una gran diferencia tanto en la clasificación de Duncan como en los valores reportados para cada una de las especies.

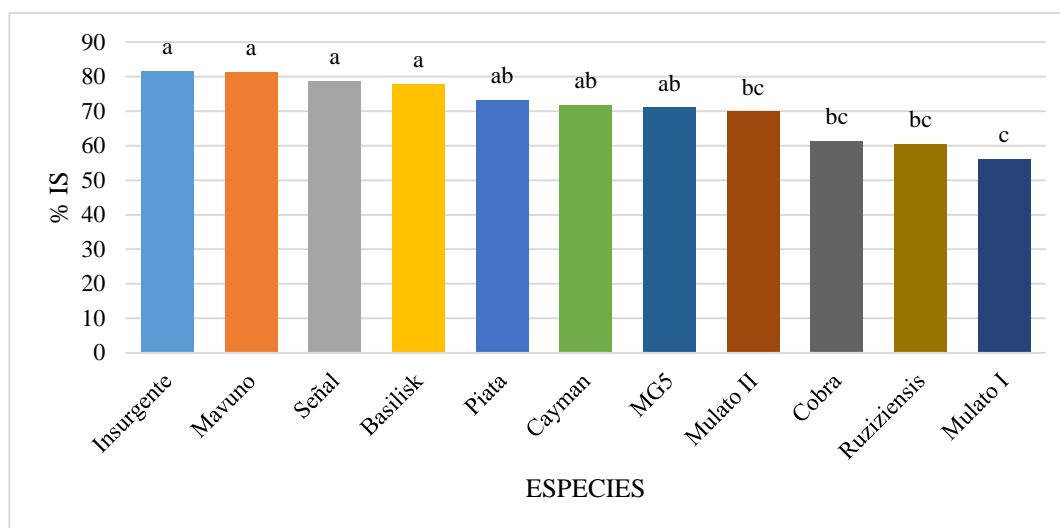


Figura 2. Resultados para porcentaje de interceptación solar

## CONCLUSIONES

En la etapa de establecimiento de las especies evaluadas la especie Mavuno se muestra como un pasto potencial de introducir a la región al mostrarse sobresaliente en el rendimiento de forraje verde y porcentaje de interceptación solar.

## LITERATURA CITADA

- Bobadilla C. O. V. y Benítez N. M. C. 2004. Rendimiento de diez gramíneas forrajeras tropicales. Investigación Agraria, vol. 6, N°1. P. 27-30. Recuperado de [www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/201](http://www.agr.una.py/revista/index.php/ria/article/view/201).
- Luna, R. J. 2017. Potencial productivo de gramíneas forrajeras del genero Brachiaria en San Pedro Comitancillo Oaxaca. D1. Tesis de licenciatura. Instituto Tecnológico de Comitancillo. 86 p.
- Miles, J. W.; Cardona, C. y Sotelo, G2006. Recurrent Selection in a Synthetic Brachiaria grass Population Improves Resistance to Three Spittlebug Species. Crop Science, 46, 1088-1093.
- Sánchez, A. J. 2017. Potencial productivo de gramíneas forrajeras del genero Brachiaria en San Pedro Comitancillo, Oaxaca. D2. Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico de Comitancillo. 112 p.
- Sosa, E.E., Cabrera, E., Pérez, D. y Ortega, L. 2008. Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. Tec. Pec. Mex. 46 (004): pp. 413-426

## MODELO EXPLICATIVO DE LA POBLACIÓN DE PICUDO DEL CHILE (*Anthonomus eugenii* Cano)

Álvaro Macias-Villalpando<sup>1</sup>; Juan Luis Ortiz-Mata<sup>1</sup>; Ricardo Yáñez-López<sup>2</sup>, Carlos Cuellar-Zambrano<sup>2</sup>, Juan Ángel Quijano-Carranza<sup>2</sup>; Antonio Vásquez-Ortega<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante Tecnológico Nacional de México/Roque, <sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias Campo Experimental Bajío, Km. 8 Carretera Celaya-J. Rosas. C.P. 38110. Roque, Celaya, Guanajuato, México. <sup>§</sup>Autor de correspondencia: [riyanez@itroque.edu.mx](mailto:riyanez@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

Se construyó un modelo matemático para simular la dinámica de población, supervivencia, desarrollo, fecundidad y longevidad del picudo del Chile. Tomando como base el estudio realizado por el laboratorio se construyó un modelo de simulación que incluyó siete variables de nivel y 11 tasas, el algoritmo realiza cálculos utilizando variables meteorológicas externas, con esta información se estiman a nivel diario los grados días de desarrollo para utilizarlas como indicador del estado fenológico del insecto, tasas de desarrollo y mortalidad son incluidas en el modelo para conocer la velocidad del desarrollo y la población que sobrevive durante el periodo de la simulación. Para evaluar el comportamiento del modelo se simuló tres fechas de Biofix (1 enero, 15 mayo y 6 de agosto) con datos de la estación Abasolo año 2017. Las simulaciones muestran un buen ajuste a los periodos de ciclo de vida de la plaga, observándose además una disminución en el tiempo requerido por generación con el avance del año.

**Palabras clave:** Grados días de desarrollo, Modelo ecológico, *Capsicum annum*.

### ABSTRACT

A mathematical model was constructed to simulate population dynamics, survival, development, fertility and longevity of the Chilean weevil. Based on the study carried out by the laboratory, a simulation model was built that included seven level variables and 11 rates, the algorithm performs calculations using external meteorological variables, with this information the development days are estimated daily to be used as Indicator of the phenological state of the insect, development rates and mortality are included in the model to know the speed of development and the population that survives during the simulation period. To evaluate the behavior of the model, three Biofix dates (January 1, May 15 and August 6) were simulated with data from the Abasolo station 2017. The simulations show a good adjustment to the life cycle periods of the pest, observing also a decrease in the time required per generation with the progress of the year.

**Key words:** Grados días de desarrollo, Ecological model, *Capsicum annum*.

## INTRODUCCIÓN

El picudo del chile, *Anthonomus eugenii* Cano, es una de las principales plagas de pimiento. En el sur de los Estados Unidos (Elmore et al. 1934, Goff y Wilson 1937), México (Quiñonez 1986), América Central (Andrews et al. 1986) y el Caribe (Abreu y Cruz 1985). Los daños que puede causar van desde pérdidas significativas hasta la totalidad del cultivo. En estado adulto, el picudo se alimenta de las hojas e inflorescencias, mientras que las larvas se alimentan de los botones florales y los frutos, lo que ocasiona pudrición y desprendimiento de los frutos. En una infestación temprana y severa puede acabar con toda la cosecha; los primeros síntomas son pedúnculos amarillos y cenizos, los cuales llegan a marchitarse en el punto de unión con la planta, lo que culmina con la caída del fruto. Algunos frutos infestados se tornan rojos o amarillos prematuramente y pueden quedar deformes y pequeños antes de caer al suelo. Las semillas y los tejidos de donde las larvas se alimentaron se tornan necróticos.

La temperatura es probablemente el factor ambiental más importante que afecta el desarrollo en organismos poiquilotérmicos y se ha utilizado para describir las tasas de desarrollo (Sharpe y DeMichele 1977). El enfoque más utilizado es la suma térmica o el modelo de grado-día. Este método comúnmente se usa para predecir procesos biológicos de insectos controlados por acumulación de calor y usa la porción lineal de la curva de desarrollo de velocidad versus temperatura (Pruess 1983, Higley *et al.*, 1986) mediante el cálculo de estadísticas vitales como la tasa intrínseca de aumento, la tasa reproductiva neta, el tiempo de generación, la tasa de aumento infinito y el tiempo de duplicación ayudan a explicar las oscilaciones en la densidad de la población y proporcionan una mejor comprensión de la dinámica de la población de una especie (Southwood y Henderson 2000, Carey 2001) que mediante modelos matemáticos pueden estimarse para anticiparse a las situaciones de afectación por las plagas.

Los modelos matemáticos proveen de un lenguaje científico y cuantitativo para describir las relaciones complejas que determinan el comportamiento de las plagas. Existen diferentes enfoques para el modelado matemático de los procesos que tienen que ver con la introducción, establecimiento y dispersión de los agentes causales, desde la simple correlación y regresión lineal que representan relaciones estáticas entre eventos, hasta los complejos sistemas de ecuaciones diferenciales que explican los procesos de infección o localización de un hospedante por un organismo dañino y sus efectos en la producción. Los modelos permiten evaluar escenarios y reducir el trabajo en campo, lo que permite reducir los costos por establecimiento de los ensayos. A su vez esta herramienta permite anticiparse a la ocurrencia de los eventos, facilitando el armado de sistemas de alerta. El objetivo del estudio fue construir el modelo explicativo de *A. eugenii* y evaluar escenarios de invasión de la plaga en distintas fechas del año.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Instituto Tecnológico de Roque (ITR), en el laboratorio de Dinámica de Sistemas, tomando como base la metodología propuesta por Rabbinge (1989). El modelo se configuró con los parámetros poblacionales calculados a partir de los datos de laboratorio, tomando como base los datos publicados por Toapanta *et al.* (2005).

### Estimación de tasa de desarrollo

Dado que la tasa de desarrollo está afectado por la temperatura, para calcular la tasa de desarrollo se realizó con base en los resultados del efecto de la temperatura en el tiempo de desarrollo de las etapas de vida inmadura de *A. eugenii* criado en pimientos jalapeños a 60% de HR en el laboratorio (Toapanta *et al.*, 2005). La ecuación para el cálculo es: “1/ número de individuos. En la Tabla 1 podemos observar la tasa de desarrollo por cada estadio con las diferentes temperaturas, el valor utilizado en el modelo es el promedio de cada etapa.

Tabla 1. Tasa de desarrollo por etapa y etapa de *A. eugenii*.

Temperatura (°C)	15	18	21	24	27	30	33	PROMEDIO
Huevo	0.13	0.14	0.23	0.29	0.34	0.48	0.36	0.28
L1	0.19	0.22	0.45	0.50	0.59	0.56	0.53	0.43
L2	0.17	0.22	0.34	0.37	0.59	0.71	0.56	0.42
L3	0.06	0.08	0.13	0.18	0.24	0.21	0.16	0.15
Pupa	0.15	0.13	0.18	0.27	0.28	0.36	0.29	0.23
Adulto	0.02	0.03	0.04	0.06	0.07	0.08	0.06	0.05

### Calculo de tasa de mortalidad

Para calcular la tasa de mortalidad se realizó con base en los datos de sobrevivencia obtenidos en laboratorio y publicados de Toapanta *et al.*, (2005). La ecuación para el cálculo es: Tasa mortalidad = (100-sobrevivencia)/100/días. En la Tabla 2 podemos observar la tasa de mortalidad por cada estadio con las diferentes temperaturas, el valor utilizado en el modelo es el promedio de cada etapa.

Tabla 2. Tasa de mortalidad por etapa y etapa de *A. eugenii*.

TEMPERATURAS	15	18	21	24	27	30	33	PROMEDIO
HUEVO	0.0064	0.0070	0.0116	0.0000	0.0000	0.0000	0.0357	0.0087
L1	0.0298	0.0000	0.0239	0.0000	0.0000	0.0000	0.0292	0.0119
L2	0.0104	0.0000	0.0000	0.0370	0.0000	0.0000	0.0000	0.0068
L3	0.0041	0.0084	0.0000	0.0000	0.0122	0.0106	0.0368	0.0103
PUPA	0.0000	0.0151	0.0000	0.0000	0.0146	0.0000	0.0000	0.0042

### Calculo de unidades calor

Para calcular unidades calor se realizó con base en los datos publicados de Toapanta *et al.*, (2005). La ecuación para el cálculo es: (temperatura promedio – temperatura base)\*días. Como podemos observaren la Tabla 3 las unidades calor por estadio son en cada estadio de desarrollo. El valor utilizado en el modelo corresponde al promedio de cada etapa.

Para calcular la temperatura base o umbral mínima, se utiliza el modelo de regresión lineal simple para relacionar la tasa de desarrollo con los diferentes niveles de temperatura de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$3. Y = a + bx$$

Y= Tasa de desarrollo      a= Ordenada del origen

x= Nivel de temperatura      b= Coeficiente de regresión

Tabla 3. Unidades calor por etapa y etapa de *A. eugenii* y Temperatura base.

Temperatura °C	15	18	21	24	27	30	33	Promedio	Uca	Tbase
Huevo	31.8	50.3	43.3	45.8	46.6	40.1	61.8	45.7	45.7	10.8
L1	21.6	32.6	22.2	26.2	27.3	34.3	42.0	29.5	75.1	10.2
L2	24.5	32.6	29.2	35.3	27.3	26.7	39.7	30.8	105.9	11.7
L3	66.9	88.5	79.6	74.6	65.9	89.7	141.3	86.7	192.6	12.0
Pupa	27.7	55.2	57.5	48.4	57.9	53.4	77.3	53.9	246.5	11.0
Adulto	170.6	254.2	228.8	228.9	223.5	246.1	348.9	243.0	489.5	9.8

### Logaritmo matemático

El modelo se realizó en el programa VENSIM 5.1 con una estructura de siete variables de nivel 11 tasas con cinco auxiliares. El modelo se alimenta de variables exógenas las cuales son proporcionadas por datos meteorológicos de estaciones. (Figura 1)

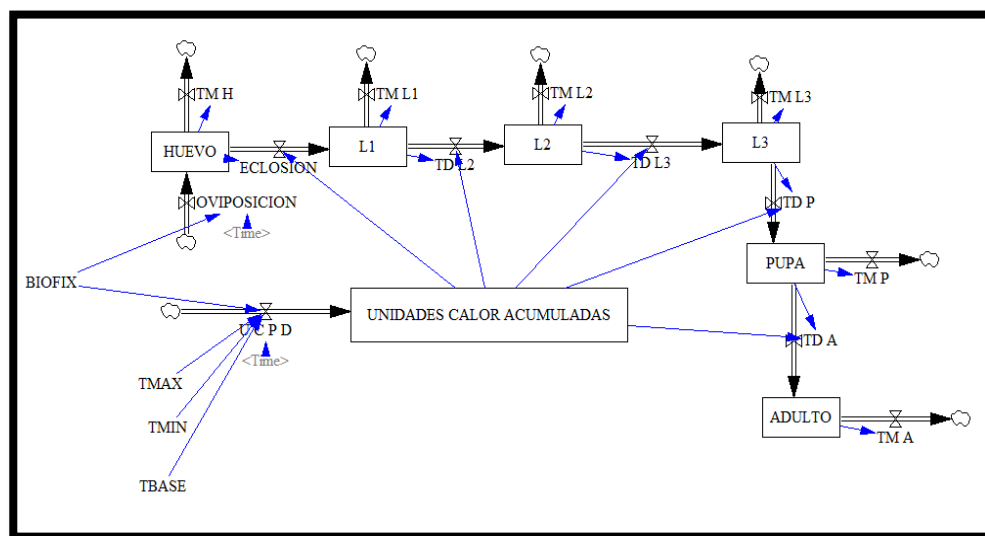


Figura 1. Modelo dinámico de *A. eugenii*.

Tabla 4. Ecuaciones utilizadas en el modelo de población de *Autonomus eugenii*.

Huevo	Huevos iniciales-ECLOSION-TMH
Eclosión	IF THEN ELSE(UCA>51.73,HUEVO*0.32,0)
Larva 1	ECLOSION-TDL2-TML1
Larva 2	TDL2-TDL 3-TML2
Larva 3	TDL 3-TDL4-TML 3
PUPA	TDLP-TDLA-TMP
ADULTO	TDLA-TMA
TDL	IF THEN ELSE(UCA>314.91,LARVA 5*0.17,0)
TM	HUEVO*0.04
BIOFIX	1, 135, 219
Huevos iniciales	IF THEN ELSE(BIOFIX=Time,1000,0)
UCA	IF THEN ELSE(Time>BIOFIX,(T máx + T min)/2-TB,0)

### Análisis de fechas de trampeo

Para representar diversas etapas del año con diferentes comportamientos ambientales, se definieron tres fechas de evaluación con el modelo, que fueron 1 de enero, 15 de mayo y 6 de agosto. Para cada simulación se identificaron las fechas de inicio de cada etapa fenológica del insecto y la duración de la misma para comparar con lo reportado por la bibliográfica y verificar que los tiempos de duración eran acuerdo con lo observado por otros autores. La estación utilizada para la evaluación del modelo fue Abasolo a providencia 2017.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

El modelo de poblaciones de *A. eugenii* da información del comportamiento del insecto durante un año sin incluir generaciones traslapadas lo que puede servir como base para pronósticos del insecto, de esta manera se conoce un elemento más para incluir en el manejo integrado de esta plaga. La Figura 1a, 1b y 1c nos representan el comportamiento la plaga con los distintos Biofix utilizados dentro de la evaluación del modelo.

Cuadro 6. Inicio y duración de las etapas fenológicas de *A. eugenii* calculado con el modelo para la estación Abasolo la providencia

BIOFIX	ESTADÍOS						DIAS TRANSCURIDOS DE HUEVO/ADULTO
	HUEVO	L1	L2	L3	PUPA	ADULTO	
1° DE ENERO (1)	2 DE ENERO	17 DE ENERO	23 DE ENERO	29 DE ENERO	22 DE FEBRERO	1 DE MARZO	59 DIAS
DIAS ENTRE ESTADÍO	1	15	6	6	24	7	
UNIDADES CALOR/DIA		62	25	25	99	29	
15 DE MAYO (135)	16 DE MAYO	20 DE MAYO	23 DE MAYO	26 DE MAYO	4 DE JUNIO	9 DE JUNIO	25 DIAS
DIAS ENTRE ESTADÍO		4	3	3	9	5	
UNIDADES CALOR/DIA		48	28.8	28.8	86.4	48	
7 DE AGOSTO (219)	8 DE AGOSTO	13 DE AGOSTO	16 DE AGOSTO	19 DE AGOSTO	28 DE AGOSTO	3 DE SEPTIEMBRE	27 DIAS
DIAS ENTRE ESTADÍO		5	3	3	9	6	
UNIDADES CALOR/DIA		53.28	26.64	26.64	79.94	53.5	

Como se puede apreciar podemos definir que en las fechas de mayo y junio éste se desarrolla más rápido, esto quiere decir que el ciclo de vida es más corto en comparación con las otras dos fechas enero-marzo y agosto-septiembre, lo que nos indica que la temperatura determina la velocidad de desarrollo del insecto.

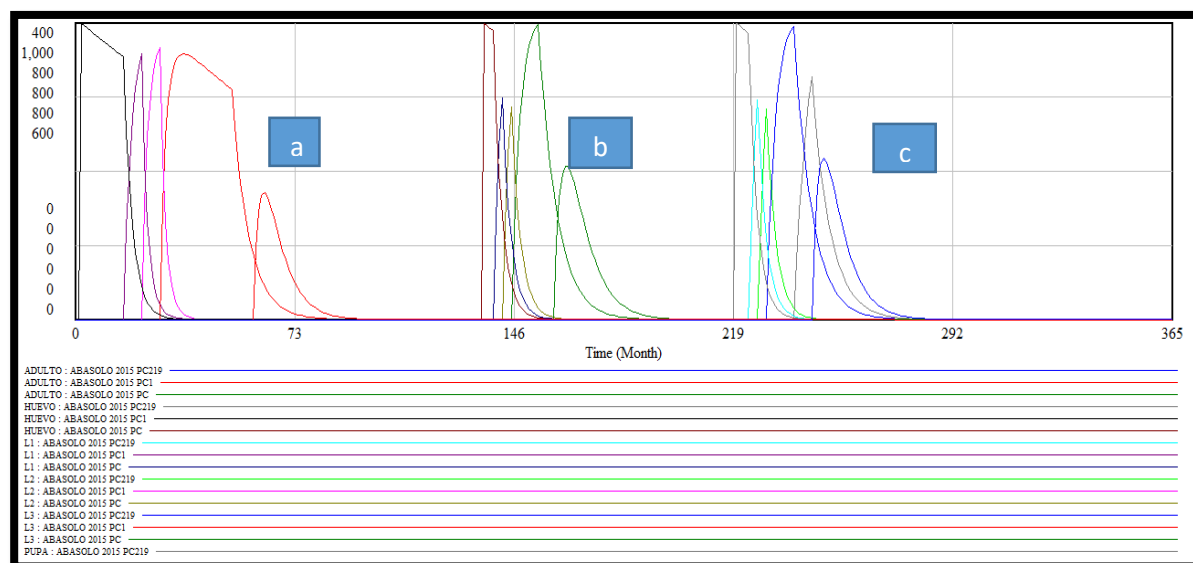


Figura 2: Dinámica de población de tres fechas de inicio de *Anthonomus eugenii*, a) enero- marzo, b) mayo-junio c) agosto septiembre.

El modelo simula las diferencias en la duración del ciclo de vida del insecto por efecto de la temperatura, lo que evidencia la importancia del monitoreo en el área de cultivo, poniendo de manifiesto que en los periodos del año donde el ciclo se acelera y por lo tanto es más corto debe intensificarse la actividad de muestreo para detectar de manera oportuna las infestaciones por esta plaga sobre todo porque si llega a introducirse en el fruto es prácticamente imposible atacarlo con productos químicos incluso con agentes de control biológico. El modelo de simulación debe considerarse un complemento a la actividad del encargado de fitosanidad para facilitar el trabajo del personal de monitoreo para que se tenga mayor certeza en la toma de decisiones.

## CONCLUSIONES

Con la información podemos concluir que la temperatura es de suma importancia en el desarrollo del picudo del chile, siendo el biofix de mayo el que presenta el ciclo más corto y el de enero el más largo, esta información nos permite hacer de forma más precisa la toma de decisiones, tales como monitoreos y aplicaciones al cultivo.

De esta manera logramos comparar nuestros datos con los del artículo, y así llegar a la conclusión de que las temperaturas altas son óptimas para el desarrollo de la plaga *Anthonomus Eugeni* y se requiere en estas fechas tener más personal monitoreando en el cultivo y acortar los periodos de monitoreo.

## LITERATURA CITADA

- Andrews, K., A. Rueda, G. Gandini, S. Evans, A. Arango, and M. Avedillo. 1986. A supervised control programme for the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* Cano, in Honduras, Central América. *Trop. Pest. Manag.* 32: 1- 4.
- Abreu, E., and C. Cruz. 1985. The occurrence of the pepper weevil, *Anthonomus eugenii* in Puerto Rico. *J. Agric. Univ. P. R.* 69: 223-224.
- Carey, J. R. 2001. Insect biodemography. *Annu. Rev. Entomol.* 46: 79-110.
- Elmore, J. C., A. C. Davis, and R. F. Campbell. 1934. The pepper weevil. U.S. Dep. Agric. Tech. Bull. 447: 27 p
- Goff, C. C., and J. W. Wilson. 1937. The pepper weevil. *Univ. Fla. Agric. Expt. Stn. Bull.* 310: 3-11.
- Higley, L. G., L. P. Pedigo, and K. R. Ostlie. 1986. DEGDAY: a program for calculating degree-days, and assumptions behind the degree-day approach. *Environ. Entomol.* 15: 999-1016.
- Pruess, K. P. 1983. Day-degree methods for pest management. *Environ. Entomol.* 12: 613-619.
- Quiñonez, P. F. 1986. Dinámica de poblaciones y daño de plagas del fruto y efecto de daño simulado en el rendimiento de chile Jalapeño, pp. 21-30. In M. M. Rivera and M. E. Montes (eds.). *Primer día del horticultor*. SARH, INIFAP, pub. Esp. 6.
- Sharpe, P. J., and D. W. DeMichele. 1977. Reaction kinetics of poikilotherm development. *J. Theor. Biol.* 64: 649-670.
- Southwood, T. R., and P. A. Henderson. 2000. *Ecological methods*, 3rd ed. Blackwell, Oxford, UK.
- Toapanta, M. A., D. J. Schuster and P. A. Stansly. 2005. Development and life history of *Anthonomus eugenii* (Coleoptera:Curculionidae) at constant temperatures. *Environmental Entomology* 34: 999-1008.
- Wilson, R. J. 1986. Observations on the behavior and host relations of the pepper weevil *Anthonomus eugenii* Cano (Coleoptera: Curculionidae) in Florida. MS thesis, University of Florida, Gainesville, FL.

## **EVALUACIÓN DE APLICACIONES FOLIARES EN CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.) EN GUANAJUATO**

### **EVALUATION OF FOLIAR APPLICATIONS IN CHILE JALAPEÑO (*Capsicum annuum* L.) IN GUANAJUATO**

José Honorato Arreguín-Centeno<sup>1</sup>; Juan Ángel Quijano-Carranza<sup>3\*</sup>; Carlos Cuellar-Zambrano<sup>3</sup>;  
Ricardo Yáñez-López<sup>3</sup>; Antonio Vásquez-Ortega<sup>1</sup>; Enrique Andrio-Enriquez<sup>1</sup>; Francisco  
Cervantes-Ortiz<sup>2</sup>; Mariano Mendoza-Elos<sup>2</sup> y Juan Carlos Ramos-Vázquez<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Alumno de Posgrado del Instituto Tecnológico de Roque. <sup>1</sup> Profesor-Investigados, Instituto Tecnológico de Roque.

<sup>3</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. <sup>4</sup>Alumno licenciatura Instituto Tecnológico de Roque. \*Autor de correspondencia: jangelquijanoc@gmail.com

#### **RESUMEN**

El chile jalapeño se cultiva en México en 23746.72 hectáreas, Chihuahua es el estado de mayor importancia, Guanajuato contribuye con 577.50 con una producción de 11813.50 toneladas (SIAP 2018). El rendimiento de este cultivo se ve influenciado por la uniformidad en el tamaño de los frutos, lo cual puede ser complementado por medio de nutrimentos incorporados vía foliar. Nutrientes como potasio, calcio y altos contenidos de materia orgánica son los complementos de mayor importancia durante el llenado de fruto. El objetivo del presente trabajo fue evaluar productos comerciales formulados a base de materia orgánica y potasio vía foliar en el rendimiento final del cultivo. El trabajo se desarrolló en una localidad de Apaseo el Grande Guanajuato. La plantación fue a campo abierto, establecido a doble hilera sobre camas con acolchado con densidad de 33 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Se evaluaron dos híbridos, Jerarca de la casa comercial Vilmorin, PS 11435807 de Seminis y el producto comercial Benefit PZ de la casa comercial Valagro, de alto contenido en materia orgánica; considerando 4 tratamientos y tres repeticiones. La variable de respuesta fue considerada como rendimiento final de fruto. Los tratamientos fueron evaluados como parcelas divididas, parcela grande híbridos y parcela chica tratamientos con tres repeticiones. El análisis de varianza muestra que no hay diferencia significativa entre los híbridos al igual que para la interacción de híbridos por tratamientos y con  $P \leq 0.01$  hay diferencia significativa para los tratamientos.

*Palabras clave: Chile jalapeño, Materia orgánica*

#### **ABSTRACT**

Jalapeño pepper is grown in Mexico on 23746.72 hectares. Chihuahua is the state with the largest area, while the state of Guanajuato contributes with 577.50 hectares and a production of 11813.50

tons, (SIAP 2018). The yield of this crop is influenced by the uniformity in the size of the fruits, which can be complemented by means of nutrients incorporated via foliar. Nutrients such as potassium, calcium and high organic matter content are the most important supplements during fruit filling. The objective of this work was to evaluate commercial products based on organic matter and potassium via foliar in the final crop yield. The work was carried out in a location of the municipality Apaseo el Grande, Guanajuato. The plantation was an open field with double row on beds with padding at a density of 33,000 pl.ha<sup>-1</sup>. Two hybrids were evaluated: Jerarca (Vilmorin) and PS 11435807 (Seminis). The product Benefit PZ (Valagro) with a high content of organic matter was applied at four different doses. Final fruit yield was evaluated as the response variable. The experimental design was a split plots with the hybrids as main plot and nutrition treatment as subplot with three replications. The analysis of variance showed that there is no significant difference between the hybrids or the interaction hybrids-nutrition treatments. There is a highly significant difference ( $P \leq 0.01$ ) between nutrition treatments.

**Key words:** *Jalapeño Chili, Organic Matter*

## **INTRODUCCIÓN**

La producción de hortalizas representa un sector de gran importancia para agricultura en México se cultivan 21,163,051.24 hectáreas, de las cuales el chile jalapeño abarca 23746.72 hectáreas, Chihuahua es el estado de mayor importancia, Guanajuato contribuye con 577.50 con una producción de 11,813.50 toneladas (SIAP 2018); representando una fuente importante de empleos directos e indirectos durante su ciclo de producción. La producción a escala comercial del chile jalapeño, al igual que el resto de solanáceas demandan un eficiente suministro de los recursos necesarios, principalmente los factores de nutrición, manejo fitosanitario y labores culturales dependientes de mano de obra (Macías *et al.*, 2012).

Dentro de la producción de hortalizas destacan los fertilizantes y de estos puntualmente aquellos complementos nutricionales aplicados vía foliar, que son empleados principalmente para corregir en lapsos cortos de tiempo síntomas de deficiencia; de igual manera existen productos que favorecen determinados cambios en la productividad del cultivo. De este grupo de productos destacan los enraizadores, hormonales, aminoácidos y aquellos que aportan materia orgánica. Productos de contenidos de extractos de algas, aminoácidos, materia orgánica son empleados como complementos durante los procesos de llenado en las cultivares, Zuñiga-Maldonado *et al.* (2017), reporta que el suministro la aportación de bio-fermento al 30% de concentración incrementan el rendimiento en el cultivo de chile jalapeño hasta en 36% en comparación con el testigo absoluto.

Soria (2001), menciona que existen diversos métodos para obtener extractos orgánicos aprovechables en la producción de cultivos hortícolas y uno de ellos es el biodigestor, derivados orgánicos que pueden ser incorporados vía sistema de riego o mediante aspersiones foliares,

considerando factores adicionales como las edad del cultivo, manejo y condiciones ambientales; de manera complementaria el uso de extractos de origen natural promueve mayor tolerancia al ataque de plagas y enfermedades (Garza, 2001).

El uso de este tipo de componentes nutricionales permite a los productores aprovechar las cosechas obtenidas con mayor peso específico de los frutos obtenidos al igual que aprovechar las ventanas de oportunidad para alcanzar mejores precios de comercialización. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del producto comercial Benefit Pz incorporado vía foliar sobre el rendimiento final de chile jalapeño cultivado a campo abierto.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se desarrolló en un predio agrícola ubicado en la localidad de San José del Llano, en el Municipio de Apaseo el Grande Guanajuato. El cultivo se desarrolló a campo abierto sobre cama alta de plantación a 1.8 m de distancia a centro de cama, cubierta con acolchado plástico color gris a cara superior y color negro a cara inferior. La plantación se realizó la última semana del mes de febrero del 2019, a doble hilera con arreglo a tres bolillos con 45 cm de distancia entre hilera y 35 cm entre planta. La densidad de plantación final de 33 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Se evaluaron dos híbridos, Jerarca de la casa comercial Vilmorin y PS 11435807 de la casa comercial Seminis. La plántula se produjo sobre charola de poliestireno de 200 cavidades y sustrato Sunshine 3, la cosecha de plántula en invernadero se realizó 60 días después de la siembra; durante el desarrollo de la plántula fue fertilizada con 300 a 600 ml de solución Steiner (1984) a 25% de dilución, se incrementó la aportación de solución de acuerdo a la etapa de desarrollo y las condiciones climatológicas, se aplicó previo a cosecha de invernadero con fungicida propamocab, insecticida imidacropid y un enraizador comercial Rootex de la marca Cosmocel que contiene 47% de fosforo en su formulación.

La fertilización utilizada durante el ciclo de producción fue 270-110-260-90 Ca, aportando únicamente 10% del nitrógeno y 25% del fosforo y a la base, previo a la formación de las camas de plantación.

Se realizó el suministro de fertilizantes en calendario semanal de la siguiente manera, puntualizando que durante el desarrollo la planta presentó síntomas de deficiencia de Fe y Mg, suministrando estos minerales en repetidas ocasiones (Figura 1).

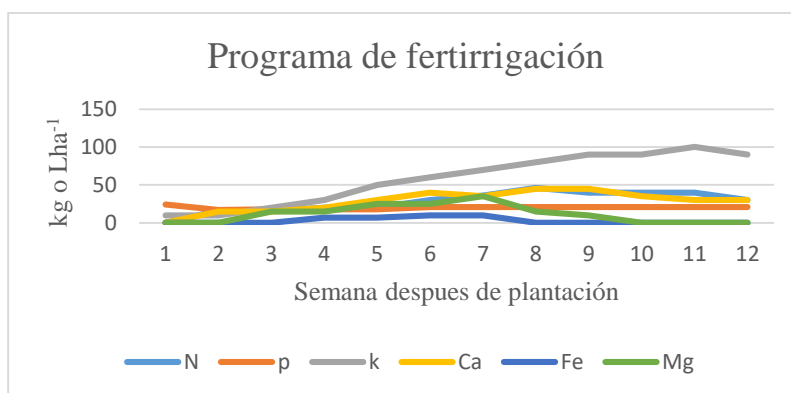


Figura 1. Programa de aportación de nutrientes por medio de cintilla de goteo.

El suministro de riego fue vía cintilla de riego, utilizando una cintilla calibre 6 mil, de 16 mm de diámetro con gotero turbulento incrustado a la cintilla a 20 cm de distancia, de flujo medio, 1 Lh<sup>-1</sup>. La precipitación acumulada durante el periodo de desarrollo del cultivo de 62 mm y una temperatura promedio de 21.8 °C, de acuerdo a los datos registrados en la estación automatizada El Carril en Apaseo el Grande. Los riegos suministrados al cultivo partieron de la plantación, la cual se llevó las camas en el área central a capacidad de campo, a partir de la semana uno de plantación se suministraron en promedio 7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> hasta que la planta inicio el llenado de frutos, incrementando hasta 12 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. La distribución del suministro de agua con 2 riegos de fertilización y un riego más únicamente con agua. La variación en el suministro de humedad fue de acuerdo con los periodos e intensidades de precipitación.

Las principales labores culturales realizadas fueron deshierbe manual, dirigido a la base de las plantas, en el marco de la perforación del acolchado, se aporcó en calles entre las camas para revestir las orillas del plástico y eliminar maleza.

El manejo fitosanitario del cultivar se llevó a través de un monitoreo semanal, que se formó por un recorrido e inspección a lo largo del predio de plantación. El monitoreo para plagas y enfermedades se realizó dividiendo la hectárea en tres secciones, en cada una de estas se recorría a través de la parcela verificando en 3 puntos (inicio, centro y final del surcado), considerando un total de 9 puntos de verificación por hectárea; en cada punto de verificación se registró la presencia de cualquier instar observado de plagas del cultivo.

El manejo para la prevención y control de enfermedades fueron considerados los síntomas característicos de las enfermedades asociadas al cultivo, considerando la aparición de síntomas en un punto de verificación para realizar aspersiones con fungicidas de acción preventiva, además se consideró las condiciones climatológicas, pues de registrar signos de enfermedad y existir condiciones climatológicas favorables para la proliferación de esta, se asperjaba con ingredientes activos de con modo de acción sistémica.

Para el manejo de plagas fueron utilizados los ingredientes activos Lambda cyalotrina, Imidacropid, Spinozad, Flubendiamide, Permetrina y Clorantraniliprol; estos a dosis recomendadas en la ficha técnica. Para el control de enfermedades se emplearon Oxicloruro de cobre, Azufre elemental, Clorotalonil, Metalaxil, Tebuconazol y Azoxistrobin, asperjados a dosis comercial y considerando los intervalos de protección.

De manera complementaria a las aspersiones de químicos, se fumigó el contorno de la parcela con extracto de ajo, preparado a razón de 30 kg de ajo fermentado por 5 días, utilizando 20 litros de fermentado por aspersora; esta aplicación se realizó a intervalos de 8 días durante las primeras 8 semanas después de la plantación.

Sobre los 2 híbridos considerados, Jerarca y PS 11435807, se emplearon 3 dosis del foliar comercial Benefit PZ de la casa comercial Valagro, formulado con Composición: N total 6% (N orgánico 3%, N ureico 3%); potasio 2%; carbono orgánico 14%. Bioactivador orgánico líquido con NK, de origen vegetal (subproductos de uva). Los tratamientos fueron tres dosis del producto comercial 0.5, 0.75 y 1 Lha<sup>-1</sup> y un tratamiento más fue como testigo absoluto. Cada tratamiento fue de 5 metros en una cama de plantación.

Se realizaron tres aspersiones de los tratamientos con intervalo de 8 días, iniciando las aplicaciones 85 días después de trasplante, el muestreo de rendimiento se realizó 6 días después de la última aplicación, a la par del primer corte comercial. El diseño experimental considero dos híbridos, 4 tratamientos, tres repeticiones por cada tratamiento y las muestras se compusieron de 6 frutos de los primeros dos estratos de producción. La variable de respuesta fue el rendimiento final, estimado por una muestra en cada una de las repeticiones de los tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación respecto al análisis de varianza muestra que no hay diferencia significativa entre la comparación de los híbridos manejados, al igual que para la interacción de híbridos por tratamientos; sin embargo, muestra diferencia altamente significativa para la comparación entre los tratamientos.

Cuadro 1. Análisis de varianza del experimento se realizó con base al modelo de parcelas divididas.

Fuente Variación	Grados de libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	Fc	F teórica
Genotipos A	1	14701.500	14701.500	3.40 ns	18.513
Repeticiones	2	32350.333	16175.167		
Error a	2	8643.000	4321.500		
Tratamientos B	3	8143.667	2714.556	8.66 **	5.95
Interacción A x B	3	118.833	39.611	0.13 ns	
Error b	12	3760.000	313.333		
Total	23	67717.333	2944.232		

<sup>ns</sup>, No significativo; \*\*, Altamente significativo.

El rendimiento final fue estimado a través de muestreo en cada tratamiento, el peso promedio se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Peso promedio en gramos de 6 frutos.

Híbrido	Tratamiento1	Tratamiento2	Tratamiento3	Tratamiento4
PS 11435807	294	245	295	276
Jerarca	343	300	338	327

El rendimiento para el híbrido comercial Jerarca de la casa comercial Vilmorin superó en rendimiento al híbrido comercial del PS 11435807 de la casa comercial Seminis para todas las dosis de producto evaluadas. Para el híbrido Jerarca, el mayor rendimiento se obtuvo con la dosis de 0.75 Lha<sup>-1</sup>, mientras que para el híbrido PS 11435807 el mayor rendimiento se obtuvo con la dosis de 1 Lha<sup>-1</sup>.

Cuadro 3. Rendimiento final de chiles jalapeños.

Híbrido	Rendimiento tha <sup>-1</sup>			
	Tratamiento1	Tratamiento2	Tratamiento3	Tratamiento4
PS 11435807	40.425	33.7425	40.6725	38.115
Jerarca	47.1075	41.3325	46.6125	45.1275

El uso de complementos foliares que aportan extractos orgánicos incrementa el rendimiento en chile jalapeño en producción a campo abierto, por efecto del crecimiento uniforme de los frutos.

La aplicación de complementos nutricionales vía foliar sobre el cultivo de chile jalapeño (*Capsicum annum* L.) mejora la producción del cultivar bajo diferentes contextos; Zuñiga-Maldonado *et al.*, (2017) evalúan un fertilizante formulado a base de desechos vegetales y melaza aplicados sobre cultivo de chile jalapeño a dosis de 10, 20 y 30% presentaron un incremento con base al testigo de 20.2, 21.8 y 36% respectivamente. Trejo-Téllez (2003) menciona que la aplicación de fertilizantes foliares sobre cultivo de chile jalapeño permite solventar deficiencias de minerales cuando se cultiva sobre suelos ácidos. Sin embargo Cruz-Crespo *et al.*, (2014) evalúan chile serrano (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de invernadero en donde los resultados mostraron que la dilución Steiner a 75 % de concentración incrementó el crecimiento, rendimiento de fruto, así como la concentración de N, Ca y Mg en tejido foliar, cuyos valores se ubicaron en el rango de suficiencia, a excepción de P y Ca, por lo que no considera necesario el uso de complementos foliares para el manejo de chile serrano. Sin embargo respecto a otras especies cultivadas Santos (1999) menciona que el rendimiento se vio incrementado en 21 % con la fertilización edáfica y foliar con Nitrógeno y Calcio en comparación con sólo la fertilización edáfica en el cultivo de fríjol (*Phaseolus vulgaris* L.).

## CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que la aplicación de complementos foliares que aportan nutrientes organominerales sobre chile jalapeño cultivado a campo abierto representa mejorías considerables en el rendimiento final. La fertilización foliar representa un complemento importante en combinación con la fertilización edáfica en la producción agrícola.

## LITERATURA CITADA

- Cruz-Crespo, Elia, Can-Chulim, Álvaro, Bugarín-Montoya, Rubén, Pineda-Pineda, Joel, Flores-Canales, Ricardo, Juárez-López, Porfirio, & Alejo-Santiago, Gelacio. (2014). Concentración nutrimental foliar y crecimiento de chile serrano en función de la solución nutritiva y el sustrato. *Revista fitotecnia mexicana*, 37(3), 289-295. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187).
- Garza E. 2001. El barrenillo del chile *Anthrenomus eugenii* y su manejo en la Planicie Huasteca. INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Ébano. Folleto Técnico No. 4. San Luis Potosí, México. 15 pp.
- SIAP. 2018. Cierre de producción agrícola, 2018. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera Consultado en línea 2019: <http://siap.sader.gob.mx>.
- Soria F M, Ferrera C R. 2001. Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra*. 19 (4): 353-362.
- Trejo-Téllez, Libia Iris; Rodríguez-Mendoza, Ma. de las Nieves; Alcántar-González, Gabriel; VázquezAlarcón, Antonio. 2003. Fertilización foliar específica para corregir deficiencias nutrimentales en tres tipos de suelo *Terra Latinoamericana*, vol. 21, pp. 365-372 Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C. Chapingo, México.
- Trinidad SA, y Aguilar MD. 1999. Fertilización foliar, un respaldo importante en el rendimiento de los cultivos. *Terra*. 17: 247-255.
- Zúñiga-Maldonado WM, Martínez-Scott MM, Arroyo-León J, y Lezama-Pérez PJ. 2017. Determinación de la dosis de fertilización adecuada para producción en chile jalapeño (*Capsicum annuum* L. var. *annuum* L), de un fertilizante foliar elaborado a partir de desechos orgánicos. *Revista de la Invención Técnica* 2017.

## **GERMINACIÓN ESTÁNDAR CON SOLUCIÓN MS (1962) EN LÍNEAS ENDOGENICAS DE TOMATE TIPO SALADETTE**

### **STANDARD GERMINATION WITH MS SOLUTION (1962) IN SALADETTE TYPE TOMATO ENDOGAMIC LINES**

Juan Carlos Muños-Mondragón<sup>1</sup>; Diego Ari Rodríguez-Vargas<sup>1</sup>; Jesús Frías-Pizano<sup>2</sup>; J  
Guadalupe García-Rodríguez<sup>2</sup>; Daniel Rodríguez-Mercado<sup>2</sup>; Francisco Chablé-Moreno<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Alumno Ingeniería en Agronomía TNM-Roque, <sup>2</sup>Prof-Investigador TNM-Roque. §Email: [fchable4oct@hotmail.com](mailto:fchable4oct@hotmail.com)

#### **RESUMEN**

El objetivo fue determinar la calidad fisiológica de la semilla de tomate en líneas endogámicas con la aplicación de dos soluciones. Una semilla de alta calidad debe de cumplir con los atributos de: tipo genética, fisiológica, física y sanitaria. Al utilizar semillas endogámicas avanzadas; disminuye su calidad fisiológica por lo que se deben realizar pruebas de germinación y vigor y la aplicación de soluciones nutritivas para asegurar un buen desarrollo de las plántulas. El experimento se realizó en TecNM-Roque, en Celaya-JR. Se evaluaron seis líneas endogámicas TopG, GarrasG, Pai PaiG, RomanaB, CórdovaG, RomanaG. La siembra de las semillas se hizo en papel germinador y charolas de poliestireno de 200 cavidades con un sustrato se usó peat moss. En la solución MS se empleó: soluciones madres: 1) Nitratos, 2) Sulfatos, 3) Fosfatos y Boratos, 4) Halógenos, 5) EDTA+Fe y agua como testigo. El experimento fue completamente al azar. Las variables evaluadas fueron: Germ y Emer (%), longitud de raíz principal (LRaPri), longitud de hipocotilo y epicotilo (LHip), (LEp), altura de planta (AltPl) y peso fresco (PeFr), de 5 a 24 días posteriores a la siembra. Se analizaron los datos mediante el programa estadístico SAS y se hizo la comparación de medias. En la germinación estándar en laboratorio y campo presentó diferencias altamente significativas. En laboratorio destacó la línea Pai-pai y TopG ambas en tratamiento del testigo con un 49 a 51% de germinación a los 15 días. En campo las líneas endogámicas Córdova y Pai Pai con la aplicación de la solución MS, mostraron un mayor promedio de emergencias desde 8 a 24 días, Pai-pai en el tratamiento testigo mostró los mayores resultados en todas las variables, sin considerar emergencia.

*Palabras clave: Tomate, germinación, emergencia, líneas endogámicas, MS (1962).*

#### **ABSTRACT**

The objective was to determine the physiological quality of tomato seed in inbred lines with the application of two solutions. A high quality seed must meet the attributes of: genetic, physiological, physical and sanitary type. When using advanced inbred seeds; exactly its physiological quality, so germination and vigor tests and the application of nutrient solutions must be carried out to guarantee a good development of the seedlings. The experiment was conducted at TecNM-Roque,

in Celaya-JR. Six inbred lines TopG, GarrasG, Pai PaiG, RomanaB, CórdovaG, RomanaG were evaluated. The sowing of the seeds was done in germinating paper and 200-cavity polystyrene trays with a substrate, peat was used. In the MS solution, the following were used: stock solutions: 1) Nitrates, 2) Sulfates, 3) Phosphates and Borates, 4) Halogens, 5) EDTA + Fe and water as control. The experiment was completely random. The variables evaluated were: Germ and Emer (%), main root length (LRaPri), hypocotyl and epicotyl length (LHip), (LEp), plant height (AltPl) and fresh weight (PeFr), from 5 to 24 days after planting. Data were analyzed using the SAS statistical program and media comparison was made. In standard germination in the laboratory and in the affected field, the highly specific differences. In the laboratory, the Pai-pai and TopG lines were highlighted, both in control treatment with 49 to 51% germination after 15 days. In the field the inbred lines Córdova and Pai Pai with the application of the MS solution, symptoms a higher average of emergencies from 8 to 24 days, Pai-pai in the control treatment of the highest results in all variables, without considering emergency.

**Key words:** Tomato, germination, emergency, inbred lines, MS (1962).

## INTRODUCCIÓN

La agricultura moderna demanda semilla de calidad, debe cumplir con los atributos de calidad; física, fisiológica, sanitaria y genética (García *et al.*, 2016). La prueba de germinación estándar técnica para evaluar la calidad fisiológica de un lote de semillas. No obstante, debido a que esta prueba se realiza bajo condiciones óptimas para cada especie, en la práctica ha demostrado sobreestimar el comportamiento de las semillas y, además, resulta no tan confiable para discriminar lotes de semillas en relación con la rapidez y uniformidad de germinación (McDonald, 1980).

Para realizar las cruces de líneas y formar híbridos se requiere formar de líneas endogámicas puras, estas pierden vigor y su crecimiento es menor, logrando una uniformidad de las plantas. Ante ello se requiere metodologías eficientes que mejoren el desarrollo de la plántula en la charola germinadora y su efecto al trasplante, la evaluación del vigor se ha presentado como una alternativa en diferentes especies (Hyatt y Tekrony, 2008; Ilbi *et al.*, 2009). Las pruebas de vigor que causan deterioro artificial de semillas, pueden ser una alternativa para pronosticar su emergencia en almácigo en chile (Kavak *et al.*, 2008), betabel (Silva *et al.*, 2006) y calabaza (Dutra y Vieira, 2006), así como la prueba de frío en berenjena (Demir *et al.*, 2005) o maíz (Ilbi *et al.*, 2009), mientras que la imbibición en sales inorgánicas ha mostrado buenos resultados en tomate y cebolla (Hayatt y Tekrony, 2008). El objetivo fue determinar la calidad fisiológica de semillas de líneas avanzadas de tomate evaluadas con dos soluciones nutritivas en 6 progenies (F5) de tomate saladette.

## **MATERIALES Y METODOS**

Este trabajo se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico de Roque ubicado en el Km 8 de la carretera Celaya-JR, durante el ciclo (V-O, 2019). La ubicación geográfica 20°34'51.7" N 100°49'40.2" W, a una altura de 1775 msnm, con una temperatura media anual de 21°C.

Se evaluaron seis líneas endogámicas derivadas de híbridos de tomate: 1) Top, 2) Garras G, 3) Pai Pai, 4) Romana G, 5) Córdova y 6) Romana Endog. Se seleccionaron plantas con las siguientes características: a) plantas vigorosas, b) frutos sanos, c) grado de madurez (5). Para la extracción de la semilla se realizó un corte transversal a los frutos, se retiraron las semillas con mucilago, se colocaron en un frasco y se dejaron fermentar por 48 h, posteriormente se realizó un lavado con una malla para eliminar las impurezas, una vez limpias se colocaron en papel secante durante 72 h a temperatura ambiente y por último se almacenaron en un frasco seco en ambiente natural.

Se realizaron dos experimentos: 1) Germinación estándar entre papel (Laboratorio), 2) Germinación en charolas de poliestireno. La germinación estándar en papel germinador se establecieron 2 repeticiones 15 semillas por línea endogámica, dando con un total de 720 semillas, realizando la aplicación de la solución MS 20% al momento de la siembra y se evaluó la germinación a se evaluó a los 5, 8, 11, 14 días después de la siembra (dds). En el segundo experimento se realizó en charolas de poliestireno se establecieron 720 semillas en charolas de unícel de 200 cavidades, empleando como sustrato Peat moss® (Turba) posteriormente se cubrió con una capa de arena fina y se regó con solución MS al 20% al 51% de emergencia tratamiento testigo, con anterioridad se regó con agua después de la siembra, las variables evaluadas: Emergencia, longitud de hipocotilo, epicotilo y peso fresco a los 8, 14, 18 y 24 dds. La solución madre MS (1962) al 100% de la concentración original contiene: 1) Nitratos, 2) Sulfatos, 3) Fosfatos y Boratos, 4) Halógenos, 5) EDTA+Fe.

El diseño experimental completamente al azar, donde se evaluó la solución MS (1962) 20% y testigo (Agua); con un total de 12 tratamientos. Las variables evaluadas fueron: Germinación (Germ %) (5, 8, 11 y 15 días), Emergencia (Emer %) (8, 14, 18 y 24 días), longitud de raíz principal (LRaPri cm), longitud de hipocótilo (LHip cm), longitud de epicótilo (LEp cm), altura de planta (AltPl cm) y peso fresco (PeFr g). Los datos se analizaron en el paquete estadístico System® versión 9.0 de SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA y se sometieron a la prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha = 0.05$ ).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El análisis de varianza de la germinación estándar de semillas, de líneas endogámicas de tomate se obtuvo diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) en todas las fechas de muestreo de la Germinación a los 5, 8, 11 y 15 días (Germ 5, 8, 11 y 15), (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cuadros medios del ANAVA de líneas endogámicas de tomate (F<sub>5</sub>) en prueba germinación estándar en condición de laboratorio.

FV	gl	Germ5	Germ8	Germ11	Germ15
Tratamiento	11	12.3**	73.8**	96.1**	116.7**
Error	60	0.2	0.4	0.4	0.4
Total	71	151.2	838.7	1081	1308
CV (%)		38.5	14.02	9.3	7.9

\* = Significativo estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ), \*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ); ns = no significativo; Germ5 =Germinación a los 5 días dds; Germ8 =Germinación a los 8 días dds; Germinación a los 11 días dds; Germ15 =Germinación a los 15 días dds.

La prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha$  0.05) permitió observar que a los 5 días la línea endogámica Top G testigo dio inicio a la geminación; mientras que a los 8 días se presentó que el tratamiento Pai pai testigo fue estadísticamente superior y Top G testigo ocupó el segundo lugar; a los 15 días presentó la misma tendencia del experimento y se observó que la línea Pai pai testigo fue la mejor con un valor de 51% y seguido por Top G testigo con un 49 % de germinación. En general se puede observar que el uso de la solución de sales inorgánica inhibió la germinación de semillas de tomate saladette en líneas endogámicas F<sub>5</sub> en la técnica entre papel (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de líneas endogámicas (F<sub>5</sub>) de tomate saladette en prueba de germinación estándar.

Lineas	Trat	Germ 5	Germ 8	Germ 11	Germ 15
TopG + Tes	2	5.0 a	8.0 b	12.0 b	14.0 b
TopG + MS	1	2.0 b	2.1 f	6.0 e	8.0 e
Paipai + MS	5	2.0 b	5.0 c	6.0 e	10.0 d
RomanaG + Tes	12	2.0 b	4.0 d	7.0 d	7.0 f
Paipai + Tes	6	2.0 b	14.0 a	16.0 a	16.0 a
RomB + MS	7	1.0 c	1.0 g	2.0 g	3.0 h
Cordoba + MS	9	1.0 c	3.0 e	4.0 f	4.0 g
GarrasG + Tes	4	1.0 c	5.0 c	8.0 c	12.0 c
GarrasG + MS	3	0.01 d	4.0 d	4.0 f	4.0 g
RomanaG + MS	10	0.01 d	5.0 c	7.0 d	8.0 e
RomanaG + MS	11	0.01 d	1.0 g	2.0 g	2.0 i
RomB + Tes	8	0.01 d	5.0 c	7.0 d	8.0 e

Valores de una misma columna con diferente letras son estadísticamente diferentes (Duncan  $\alpha$  0.05); Descripción = líneas endogámicas evaluadas (F<sub>5</sub>); Germ5 = Germinación a los 5 días; Germ8 = Germinación a los 8 días; Germ11= Germinación a los 11 días; Germ15 = Germinación a los 15 días.

La respuesta de la germinación de líneas endogámicas de tomate, se observó que el tratamiento solución testigo (agua) presentó el mayor valor promedio en germinación a los (5, 8,11 y 15) mientras que la adición del medio de cultivo MS (1962), presentó los valores promedios más bajos. Este efecto se puede atribuir que la presencia de sales inorgánicas en la técnica entre papel no es

tan necesaria, dado que las semillas tienen las reservas para las primeras fases de germinación (Figura 1).

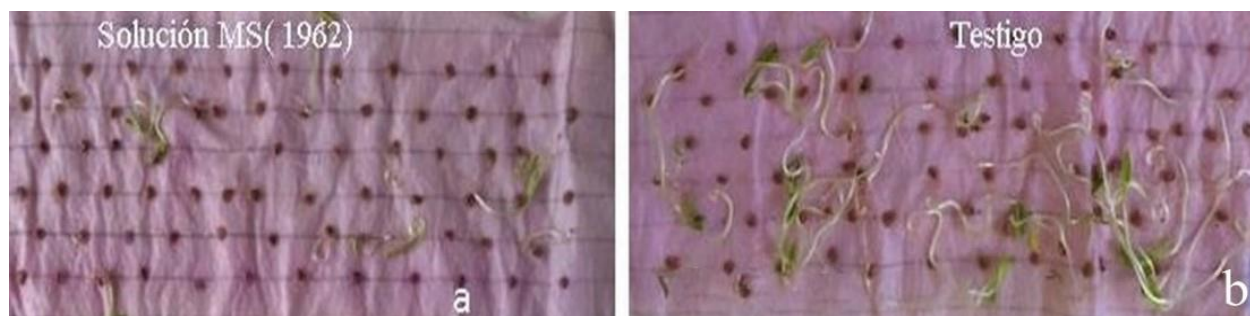


Figura 1. Germinación estándar de semillas, líneas endogámicas de tomate (F<sub>5</sub>) técnica entre papel: a) Aplicación de solución MS (1962), b) Testigo (agua).

En el segundo experimento de germinación evaluado en charolas poliestireno el ANAVA mostró que la emergencia de plántulas en tomate de seis líneas endogámicas de tipo saladette, las variables evaluadas presentaron diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ), la emergencia y desarrollo de plántulas presentaron un crecimiento estadísticamente diferente (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza en emergencia y desarrollo de plántula de seis líneas endogámicas de tomate.

FV	Gl	Emer 8	Emer 14	Emer 18	Emer 24	LRaPri	LHip	LEp	AltPl	PeFr
Trat	11	131.3**	100.7**	82.3**	107.4**	9.7**	1.86**	0.7**	17.3**	0.2**
Error	60	0.5	0.6	0.4	0.5	0.6	0.24	0.1	2.1	0.02
Total	71	1480.6	1144	931.6	1212	145.6	4.94	15	322.6	4.4
CV (%)		11.1	4.9	3.6	3.1	12.6	11.84	19.3	12.27	25

\* = Significativo estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ), \*\* Altamente significativo ( $P \leq 0.01$ ); ns = no significativo; Emer8 = Emergencia a los 8 días dds; Emer14 = Emergencia a los 14 días dds; Emer18 = Emergencia a los 18 días dds; Emer24 = Emergencia a los 24 dds; LRaPri = Longitud de raíz principal; LHip = Longitud de hipocotilo; LEp= Longitud de epicotilo; AltPl= Altura de planta; PeFr = Peso fresco.

La prueba de comparación de medias (Duncan  $\alpha$  0.05) en las variables de emergencia se obtuvo que las líneas endogámicas Córdova y Pai Pai con la aplicación de la solución MS (1962) mostraron un mayor promedio de emergencias a los 8, 14, 18 y 24 días después de la siembra mientras que Romana B con aplicación de la solución testigo presentó los valores promedios más bajos.

En las variables evaluadas después de la emergencia, Pai Pai con aplicación de solución testigo se muestra superior con excepción de longitud de hipocótilo donde la línea endogámica Garras G testigo presentó con un mayor valor promedio de 5.7 cm. En la longitud de epicótilo Pai pai Testigo y Garras G testigo mostraron valores promedios de 2.2 cm. En cuanto a la variable altura de planta fue Pai Pai testigo y Garras G con ambas soluciones mientras que Córdova con MS presentó el valor promedio más bajo. En el peso fresco los valores más altos fueron de las líneas

Pai Pai testigo, y Romana B testigo y el menor peso fresco fue Garras G en solución MS (1962) (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de comparación de medias de seis líneas endogámicas (F<sub>5</sub>) de tomate tipo saladette en la emergencia y desarrollo de la plántulas.

Líneas	Trat	Emer8	Emer14	Emer18	Emer24	LRaPri	LHip	LEp	AltPl	PeFr
Córdoba+MS	9	14.8 a	18.0 a	22.0 b	29.0 a	3.8 f	3.8 bc	1.0 d	9.0 e	0.7 bc
Pai pai+MS	5	14.0 a	19.0 a	21.0 c	27.0 b	7.1 bc	4.0 bc	1.2 cd	10.8 d	0.3 d
Pai pai+tes	6	11.8 b	19.0 a	19.0 d	23.0 d	8.3 a	4.3 b	2.2 a	14.7 a	1.0 a
Córdoba+tes	10	9.1 c	17.0 b	21.0 c	27.0 b	5.5 de	3.8 bc	1.6 bc	11.5 cd	0.6 c
GarrasG+MS	3	7.0 d	18.0 a	21.0 c	24.0 c	6.7 bc	4.3 b	1.8 ab	14.3 a	0.3 e
TopG+MS	1	7.0 d	17.0 b	18.0 e	21.0 e	4.9 e	4.1 bc	1.6 b	10.8 d	0.4 d
RomB+MS	7	6.0 e	15.0 c	18.1 e	20.0 f	5.6 de	3.5 c	1.9 ab	11.2 d	0.5 cd
TopG+tes	2	5.0 f	19.0 a	23.0 a	24.0 c	7.3 bc	3.7 bc	1.6 bc	11.2 d	0.6 c
RomanaG+tes	12	2.8 g	8.0 e	11.0 h	19.0 g	6.5 de	4.2 b	1.6 bc	11.6 cd	0.6 c
RomB+tes	8	1.8 h	8.0 e	15.0 f	17.0 h	7.7 ab	4.1 bc	1.9 ab	13.2 abc	0.9 a
RomanaG+MS	11	1.8 h	12.0 d	13.0 g	15.0 i	5.6 de	4.3 b	1.9 ab	12.3 bcd	0.8 ab
GarrasG+tes	4	1.8 h	18.0 a	19.0 d	24.0 c	6.7 bc	5.7 a	2.2 a	14.0 ab	0.5 cd

Valores con diferente letra en la misma columna son estadísticamente diferentes (Duncan  $\alpha$  0.05); Emer8 = Emergencia a los 8 días dds; Emer14 = Emergencia a los 14 días dds; Emer18 = Emergencia a los 18 días dds; Emer24 = emergencia a los 24 dds; LRaPri = Longitud de raíz principal; LHip = Longitud de hipocotilo; LEp = Longitud de epicotilo; AltPl= Altura de planta; PeFr = Peso fresco.

Las líneas endogámicas de tomate saladette F<sub>5</sub>, en el desarrollo de la plántula mostraron mayor desarrollo con el empleo de la solución MS (1962), a los 24 días dds, las plántulas del testigo presentaron mayor desarrollo radicular, esta característica puede deberse a necesita mayor superficie de exploración para poder absorber sus nutrientes (Figura 2).



Figura 2. Desarrollo de plántulas de líneas endogámicas de tomate (F<sub>5</sub>): a) Top MS (1962), b) Top testigo; c) Romana B MS, d) Romana B testigo; e) Romana G MS, f) Romana G Testigo; g) Pai pai MS, h) Pai pai Testigo; i) Garras MS, j) Garras Testigo; k) Córdoba MS, l) Córdoba Testigo..

El índice de velocidad de germinación y porcentaje de germinación menor fueron obtenidos en la prueba de inmersión en agua caliente lo que supone una fuerte susceptibilidad de la semilla de tomate a la temperatura extrema, situación que afectó de igual manera al peso seco de plántula (PS), probablemente debido al estrés por calor del envejecimiento acelerado e inmersión en agua caliente esto probablemente generó mayor gasto de reservas, redujo la expresión del vigor (Hyatt y Tekrony, 2008). En investigación realizado por De la Cruz *et al.* (2018) en la emergencia de las líneas endogámicas Córdoba B, Garras G y Córdoba G, coinciden con esta investigación. En este ensayo se presenta un comportamiento similar con la aplicación de sales inorgánicas durante la prueba de germinación ya que inhibe el vigor y desarrollo del embrión de la semilla, sin embargo, aplicadas a las plántulas establecidas con sustrato su desarrollo es ampliamente notable en comparación a la solución testigo.

Rincón y Molina (1990) mencionan que las semillas de tomate presentan deterioro por almacenamiento por tal motivo disminuye el porcentaje de germinación mismo que es reflejado en el vigor de la semilla. Sin embargo, en este estudio presentó menor vigor en las líneas estudiadas por su nivel de endogamia. Ferguson (1995) encontró que la prueba de germinación ofrece información suficiente sobre el desempeño de un lote de semillas, cuando este es de baja calidad. Un lote que no presente latencia y con 70 % de germinación, seguramente se comportará diferente por lo que presenta una baja emergencia en campo y se deteriorará rápidamente en el almacenamiento en condiciones desfavorables. En esta investigación se observó que las semillas con un porcentaje del 50 % de emergencia presentan los valores más altos en cuanto a las variables de desarrollo fisiológico como lo son longitud de raíz (LRaPri), longitud de hipocótilo (LHip), longitud de epicótilo (LEp), altura de planta (AltPl) y peso fresco (PeFr) lo que indica que a pesar del bajo porcentaje de emergencia se pueden sembrar para producción en campo o invernadero, asegurando perfectamente su establecimiento estos resultados son coincidentes con De la Cruz *et al.* (2019).

## CONCLUSIONES

La prueba de germinación de técnica entre papel se obtuvo valores promedios bajos en el laboratorio, donde el tratamiento testigo superó a los tratamientos con la solución MS (1962).

La aplicación de solución MS en líneas endogámicas de tomate en campo, presentaron los mejores resultados en las pruebas de emergencia en charolas de poliestileno.

Las líneas endogámicas Córdoba y Pai Pai, presentaron la mayor emergencia en campo, siendo la línea endogámica Romana G la de menor emergencia, ambas con tratamiento MS (1962).

En pruebas de germinación estándar la aplicación del medio de cultivo MS es poco conveniente en laboratorio, los resultados obtenidos muestran que las sales inorgánicas inhiben la germinación; sin embargo, es una alternativa aplicarse después de la emergencia en charolas de polietileno ya que las plántulas obtenidas presentan una mejor calidad fisiológica.

## LITERATURA CITADA

- Demir I, Ermis S, Okçu G, Matthews S. 2005. Vigour tests for predicting seedling emergence of aubergine (*Solanum melongena* L.) seed lots. *Seed Science and Technology*. 33(2): 481-484.
- De la Cruz TBL, Chablé MF, Alvarado BE. 2018. Desarrollo radicular en plántulas de tomate endogámicas por adición solución nutritiva en charolas germinadoras. XII Verano de Investigación SICES, Guanajuato. (Proceso de publicación).
- Dutra AS, Vieira RD. 2006. Accelerated ageing test to evaluate seed vigor in pumpkin and zucchini seeds. *Seed Science and Technology*. 34(1): 209-214.
- Ferguson J, 1995. An introduction to seed vigour testing. In: Seed vigour testing seminar. Copenhagen. [Proceedings.] Zurich: International Seed Testing Association, 1995. p. 1-9.
- García-López JI, Ruiz-Torres NA, Lira-Saldívar RH, Vera-Reyes LL, y Méndez-Argüello. 2016. Técnicas para evaluar germinación, vigor y calidad fisiológica de semillas sometidas a dosis de nanopartículas. 2ºMini simposio-taller Agronano tecnología. CONACYT-CIQA.
- HyatT JE, Tekrony DM. 2008. Factors influencing the saturated salt accelerated aging test in tomato and onion. *Seed Science and Technology*. 36(3): 534-545.
- Ilbi H, Kavak S, Eser B. 2009. Cool germination test can be an alternative vigour test for maize. *Seed Science and Technology*. 37 (2): 516-519.
- Mcdonald M B. 1980. Assessment of seed quality. *HortScience*, Alexandria. 15 (5) 784-788.
- Méndez J, Ysavit L, y Merazo J. 2007. Uso de agua caliente para evaluar la calidad de la semilla de maíz (*Zea mays* L.) Departamento de Agronomía. Escuela de Ingeniería Agronómica. Núcleo de Monagas. Universidad de Oriente, Campus los Guaritos. Maturín, Estado Mongas, Venezuela. 8 p.
- Rincón SF, Molina MJC. 1990. Efecto del método de envejecimiento artificial sobre la germinación de semillas de maíz. *Agronomía Mesoamericana*. 1: 51-53.
- Silva JB, Vieira RD, Panobianco M. 2006. Accelerated ageing and controlled deterioration in beetroot seeds. *Seed Science and Technology*. 34 (2): 265-271.
- Kavak S, Ilbi H, Eser B. 2008. Controlled deterioration test determines vigour and predicts field emergence in pepper seed lots. *Seed Science and Technology*. 36 (2): 456-461.

## EVALUACIÓN DE LINEAS EXPERIMENTALES DE TRITICALE EN EL BAJÍO

Lidia Alejandra Rodríguez-Zermeño\*<sup>1</sup>; Ernesto Solís-Moya<sup>1</sup>; Lourdes Ledesma-Ramírez<sup>1-2</sup>;  
Brenda Karina Mendoza-Gómez<sup>1-2</sup>; Mariano Diaz-Ruiz<sup>1-2</sup> y Miguel Ángel Gamucero-Zárate<sup>1-2</sup>.

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. A. P. 112 C. P. 38000 Celaya Gto., México. Tel: 01 800 088 2222. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya - Juventino Rosas Km.8, C.P. 38110 Celaya, Gto., México. Tel: 01 461 611 5903 \*Autor por correspondencia: [96alerz@gmail.com](mailto:96alerz@gmail.com)

### RESUMEN

El constante crecimiento de la población ha traído múltiples consecuencias entre ellas una de las más importantes es la demanda de alimentos, aunado al déficit de diversos factores tal es el caso del desabasto de agua y las limitantes en superficies sembradas esto a causa de la disminución de zonas rurales y el crecimiento constante de la industria. La agricultura actualmente tiene el reto de producir rendimientos altos y así mismo obtener variedades que cumplan con los requerimientos en cuanto a la calidad del grano ante esta situación instituciones como INIFAP y CIMMYT entre otras llevan a cabo programas de mejoramiento y obtención de nuevas variedades. Las nuevas innovaciones agrícolas tienen la meta de mantener los rendimientos. Este trabajo se realizó con el fin de identificar los mejores materiales genéticos para la producción de triticale en grano. Los resultados mostraron diferencias altamente significativas en las variables días a espigamiento (DAE), altura de planta (AP), y rendimiento de grano. El genotipo número seis fue el que obtuvo el mayor rendimiento con 9073 kg ha<sup>-1</sup>. Mientras que el genotipo número cinco fue el que obtuvo menor rendimiento con 6192 kg ha<sup>-1</sup>. Se identificaron tres líneas (6, 22 y 26) prometedoras para la producción de triticale para El Bajío.

*Palabras clave: Rendimiento, Diversidad, Variedades, Madurez, Producción.*

### ABSTRACT

The constant growth of the population has brought multiple consequences among them and one of the most important is the demand for food, coupled with the deficit of various factors such as water shortages and constraints on areas planted this because of the decrease from rural areas and the constant growth of the industry. Agriculture currently has the challenge of producing high yields and also obtaining varieties that meet the requirements regarding the quality of the grain in this situation, institutions such as INIFAP and CIMMYT among others carry out improvement programs and obtaining new varieties. New agricultural innovations have the goal of maintaining yields. The present experiment was carried out "Evaluation of 33 experimental lines of triticale in the shoal in comparison to local controls" in order to identify the best genetic materials for the

production of triticale and thus have a greater genetic diversity, as a result highly differences were obtained significant in the variables days to spike (DAE), plant height (AP), while the grain yield variable resulted in highly significant differences; however, in days at maturity (DAM) no differences were obtained. Genotype number six was the one that obtained the highest yield compared to local controls, with a yield of 9073 kg ha<sup>-1</sup>. While genotype number five was the one that obtained the lowest yield with only 6192 kg ha<sup>-1</sup>. Three promising lines (6, 22 and 26) were identified for the production of triticale for El Bajío.

**Key words:** *Performance, Diversity, Varieties, Maturity, Production.*

## INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos actualmente supera las cifras de producción en el mundo, se pronostica para el año 2050 será necesario un aumento en la producción de un 70% ya que el nivel de urbanización tendrá un alza considerable desplazando a las zonas rurales. En este caso la producción alimenticia de países en desarrollo tendrá que duplicarse, esto implica la producción masiva de los alimentos básicos, un ejemplo claro sobre la demanda son los cereales ya que se tiene previsto un incremento de casi mil millones de toneladas hasta alcanzar 470 millones de toneladas (FAO, 2019).

El Triticale es el resultado de la cruce del cultivo de trigo (*Triticum aestivum L.*) y el centeno (*Secale cereale*) como se denota el nombre del cereal parte del cada uno de los progenitores. Este cereal es relativamente nuevo para la agricultura, teniendo una distinción única, ya que es el primer cereal “creado por el hombre” (CIMMYT, 1976). El primer reporte de hibridación entre el trigo y centeno fue hecho por el fitomejorador Alexander Stephen Wilsonen 1876, quien informo a la sociedad botánica de Edimburgo acerca de una planta estéril F1 resultante de la cruce de estos dos cereales (Romero, 1985). En 1967 en Cd. Obregón Sonora se dio a conocer el llamado “accidente feliz” descrito así por el ganador del premio nobel Norman Bourlang, en el que un grano de polen altamente potente fecundó una planta de triticale, dos generaciones más tarde se identificaron diversas plantas prometedoras en una población segregante (Wolf, 1976).

Al ser una nueva opción agronómica ofrece una perspectiva positiva para la alimentación por los múltiples beneficios de su producción ya que se persigue la obtención de una planta capaz de producir forraje y grano en abundancia y calidad, en condiciones de clima y suelo limitantes como las que prevalecen en la mayoría de las regiones donde es producido el cereal. El cultivo ha tenido mayor desarrollo para alimento animal, esto a causa de la buena calidad del grano y los favorables rendimientos de materia seca comparados con otros cultivos de grano fino (Myer y Lozano del Río, 2004).

Los principales países productores de triticale fueron en el año 2004 Polonia (3,349,932 t.), Alemania (3,277,000 t) y Francia (1,842,000 t) seguidos de Australia, República Checa, Suecia, Austria, entre otros países de la unión europea. Mientras que la república mexicana para ese mismo

año reportó una producción de 1,600 t (FAO, 2005). Según la FAO el cultivo de triticale está posicionado en los primeros veinte lugares de producción agrícola, el buen uso forrajero de este cultivo lo convierte en uno de los más importantes para la industria ganadera al norte del país ya que el 50% de la alimentación de la ganadería está sustentada por forrajes, esto crea un impacto positivo en la reducción de costos de producción ganadera con un alimento como lo es el triticale (Lozano, 2003). Existen distintos grupos de triticales facultativos e invernales, recientemente se ha descrito un tipo intermedio-invernal. La evolución en el mejoramiento genético ha sido significativa por los avances en rendimiento obtenidos del triticale. En la década de los sesenta en el estado de Sonora el rendimiento era de 2.5 t ha<sup>-1</sup> ya para la década de los noventa ya había un aumento significativo a 9.7 t ha<sup>-1</sup>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el INIFAP Campo Experimental Bajío (CEBAJ), ubicado en el Km 6.5 de la carretera Celaya – San Miguel de Allende, en Celaya, Gto., cuya localización geográfica se encuentra aproximadamente a 20° 34' Latitud Norte; 100° 49' Longitud Oeste; y una altura de 1769 msnm. La densidad de siembra fue de 120 kg ha<sup>-1</sup> la fecha de siembra fue el día 23 de diciembre de 2018 utilizando 33 líneas experimentales y tres testigos locales para su respectiva evaluación. Se aplicaron 11 riegos por microaspersión, a los 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 100, 108, 116 y 126 días. El control de malezas de hoja ancha se realizó aplicando 0.75 L ha<sup>-1</sup> de Estarane a los 22 días y 1.0 L ha<sup>-1</sup> de Esterón 47 a los 34 días después de la siembra, para hoja angosta se utilizó Topik más Amber a los 30 días. La dosis de fertilización utilizada fue de 240-60-00 (N-P-K); como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio (Sulfamín) aplicando el 50% a la siembra y el resto en el tercer riego de auxilio; y como fuente de fósforo se utilizó súper fosfato de calcio triple en una sola aplicación a la siembra. Se midieron las variables agronómicas: días a espigamiento (DAE), altura de planta (AP), días a madurez (DAM) y rendimiento de grano. Se realizó un análisis de varianza y comparaciones de medias donde las variables días a espigamiento (DAE), altura de planta (AP) y rendimiento de grano.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza detectaron diferencias altamente significativas entre genotipos en días a espigamiento (DAE), altura de planta (AP) y rendimiento de grano (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Cuadrados medios de las variables estudiadas en el experimento 9R evaluado en Celaya, INFAP-CEBAJ en el ciclo OI 2018-19.

F.V.	G.L.	DAE	DAM	AP	RENDIMIENTO
REPETICION	2	1.03	4.49	11.11	335008.28
GENOTIPO	35	37.03 **	2.84ns	120.18 **	1645075.3 **

<b>Error</b>	70	3.35	2.15	38.49	538958
<b>Total</b>	107				
<b>C.V. (%)</b>		2.43	1.15	5.85	9.85

\*, \*\* = significancia estadística al nivel 0.05 y 0.01 de probabilidad; ns= no significativo; F.V. = Fuente de variación; G.L. = grados de libertad; DAE = días a espigamiento; DAM = días a madurez; AP= altura de planta; C.V.= coeficiente de variación.

En la variable días a espigamiento se observó que el genotipo 27 registró el mayor valor con 81 días, mientras que, el genotipo de menor ciclo fue el 18 con una diferencia de 13 días. En días a madurez fisiológica se observó un rango de 125 y 129 días, en este caso los genotipos más tardíos y precoz tuvieron una deferencia de dos días con el promedio de los testigos. En la variable altura de planta el genotipo 27 alcanzó 122 cm superando con 32 cm al genotipo 8 que obtuvo la menor altura con 90 cm. Con respecto al rendimiento, el genotipo 6 obtuvo el mayor rendimiento alcanzando 9,073 kg ha<sup>-1</sup> superior al testigo Impulso TCL2016 en 17%. Los genotipos 5 y 19 obtuvieron los menores rendimientos inferiores al testigo Impulso TCL2016 en 20.12 y 19.45%, respectivamente.

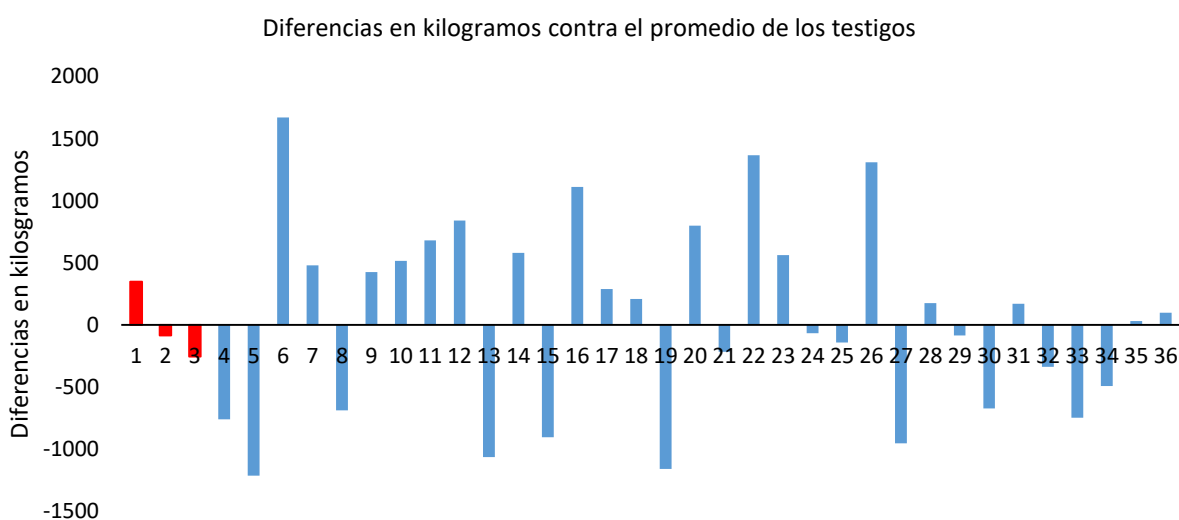
**Cuadro 2.** Comparaciones de medias de los caracteres medidos en el experimento 9R evaluado en Celaya, INIFAP-CEBAJ en el ciclo OI 2018-19

<b>GENOTIPO</b>	<b>DAE</b>	<b>DAM</b>	<b>AP cm</b>	<b>RENDIMIENTO kg ha<sup>-1</sup></b>	<b>% / Impulso TCL2016</b>
1	69	127	113	7752	0.00
2	76	128	107	7321	-5.56
3	76	127	98	7150	-7.77
4	80	127	108	6646	-14.27
5	81	129	103	6192	-20.12
6	75	127	113	9073	17.04
7	76	126	105	7884	1.71
8	78	129	90	6717	-13.35
9	77	125	100	7830	1.01
10	76	126	103	7920	2.17
11	80	128	103	8084	4.29
12	78	128	110	8244	6.35
13	79	128	110	6341	-18.20
14	75	128	100	7983	2.98
15	72	127	113	6502	-16.13
16	78	127	105	8516	9.85
17	78	127	100	7693	-0.76
18	68	126	102	7613	-1.80
19	71	125	102	6244	-19.45
20	70	126	108	8204	5.83
21	69	127	107	7189	-7.26
22	74	126	108	8771	13.15
23	71	127	110	7965	2.75
24	78	127	97	7338	-5.34
25	70	126	100	7262	-6.32
26	77	128	110	8713	12.39

27	81	129	122	6450	-16.79
28	72	127	112	7579	-2.24
29	76	127	102	7319	-5.58
30	76	128	112	6732	-13.16
31	76	128	102	7575	-2.28
32	77	127	100	7067	-8.83
33	74	126	103	6657	-14.12
34	76	126	115	6913	-10.82
35	79	128	115	7435	-4.09
36	78	129	107	7502	-3.23
<b>DMS</b>	5.9908	4.8012	20.302	2402.3	

DMS= Diferencia mínima significativa; DAE = días a floración; DAM = días a madurez; AP= altura de planta.

El promedio general de rendimiento de cada genotipo se muestra a continuación. En la Figura 1 se presentan las diferencias del rendimiento promedio de los testigos ( $7407 \text{ kg ha}^{-1}$ ) con el rendimiento de los genotipos incluidos en el estudio. Se observó que dos de los testigos obtuvieron rendimientos inferiores a la media (2 y 3). En total 19 genotipos obtuvieron rendimientos superiores al promedio de los testigos entre ellos la variedad Impulso TCL2016. La línea seis obtuvo el mayor rendimiento en comparación al promedio de los testigos, con una diferencia a favor de  $1926 \text{ kg ha}^{-1}$  seguido por la línea 22 y 26. En total 11 líneas obtuvieron rendimientos inferiores al promedio de los testigos.



**Figura 1.** Diferencias en kilogramos contra promedio de testigos en experimento triticales.

## CONCLUSIONES

Los resultados mostraron que 19 líneas superaron el rendimiento de grano del promedio de los testigos de ellos el más destacado fue la línea seis que fue superior en  $1926 \text{ kg ha}^{-1}$ . Este genotipo junto con las líneas 22 y 26 representan los candidatos más viables a liberarse como variedades comerciales de triticales.

## LITERATURA CITADA

- CIMMYT, 1976. Trigo x Centeno=Triticale, en línea disponible en: <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/3892/22534.pdf> (24 de octubre, 2019)
- FAO, 2005. Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Departamento económico y social.
- FAO, 2019. Situación Alimentaria Mundial, en línea disponible en: <http://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/es/> (25 de octubre, 2019)
- Lozano, del Río J. 2003. Triticales forrajeros para la región lagunera. Proyecto Triticale UAAAN.[http://www.agribiotech.com.mx/semillas/semillaotooinvierno/Triticale/TRITICALES\\_FORRAJEROS\\_PARA\\_LA\\_REGION\\_LAGUNERA.pdf](http://www.agribiotech.com.mx/semillas/semillaotooinvierno/Triticale/TRITICALES_FORRAJEROS_PARA_LA_REGION_LAGUNERA.pdf)
- Myer, R., and A. Lozano Del Río. 2004. Triticale as animal feed. p. 49-58. In Mergoum, M., and H. Gómez-Macpherson (eds.) Triticale improvement and production. Plant Production and Protection Paper 179. FAO, Rome, Italy.
- Romero, D. R. 1985. Estudio de las características agronómicas y de calidad, parámetros Genéticos y correlaciones en líneas completas y substituidas de triticales hexaploides Tesis Maestría UAAAN Buenavista Saltillo Coahuila, México.
- Wolff, A. 1976. Trigo por Centeno = Triticale. CIMYT. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. Mexico. P 5-15

## EVALUACIÓN DE LÍNEAS EXPERIMENTALES DE TRIGO CRISTALINO EN EL BAJÍO

Mariano Díaz-Ruiz<sup>1-2\*</sup>; Ernesto Solís-Moya<sup>1</sup>; Lourdes Ledesma-Ramírez<sup>1-2</sup>; María Rebeca Rendón-Reyes<sup>1-2</sup>; Lidia Alejandra Rodríguez-Zermeño<sup>1-2</sup> y Miguel Ángel Gamucero-Zarate<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Campo Experimental Bajío-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. A. P. 112 C. P. 38000 Celaya Gto., México. Tel: 01 800 088 2222. <sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya - Juventino Rosas Km.8, C.P. 38110 Celaya, Gto., México. Tel: 01 461 611 5903

\*Autor por correspondencia: [mariano171193@hotmail.com](mailto:mariano171193@hotmail.com)

### RESUMEN

El trigo es uno de los cereales más importantes en la dieta alimenticia del pueblo mexicano su contenido de nutrimentos y su valor energético son mayores que el resto de los cereales. En México en 2009 la superficie cosechada de trigo alcanzó las 713,645 ha, de las cuales el 86% se produjo en el ciclo otoño invierno (O-I) en condiciones de riego, El tipo de trigo que se produce en México en mayor superficie y en mayores volúmenes es el duro o cristalino, en el estado de Guanajuato la producción de este trigo adquirió importancia en la década de los noventas. El objetivo de este trabajo fue evaluar 27 líneas de trigo cristalino para la región de El Bajío. Durante el ciclo otoño invierno 2018-2019 se evaluaron 36 genotipos de trigo cristalino en el Campo Experimental Bajío, 27 líneas y 9 variedades, el experimento se manejó de acuerdo al paquete tecnológico recomendado por el INIFAP para la región. Se evaluó días a espigamiento (DAE) y madurez (DAM), altura de planta y rendimiento (REND) de las líneas y testigos. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza y comparaciones de medias, Los resultados del análisis de varianza detectaron diferencias altamente significativas para DAE Y REND., los testigos Barobampo C2015 y Conasist C2015 fueron los de mayor rendimiento y las líneas más destacadas en rendimiento fueron las líneas 23, 2, 29 y 10. El testigo Barobampo C2015 fue el genotipo más sobresaliente del experimento.

*Palabras clave: rendimiento, espigamiento, madurez, variedad, testigos*

### ABSTRACT

Wheat is one of the most important cereals in the food diet of the Mexican people, its nutrient content and energy value are greater than the rest of the cereals. In Mexico in 2009 the area harvested from wheat detected 713,645 ha, of which 86% was produced in the autumn winter (AW) cycle under irrigation conditions, the type of wheat produced in Mexico in greater areas and in larger volumes in the hard or crystalline, in the state of Guanajuato, the production of this wheat acquired importance in the nineties. The objective of this work was to evaluate 27 lines of crystalline wheat for El Bajío region. During the autumn winter 2018-2019 cycle, 36 crystalline wheat genotypes were evaluated in the Bajío Experimental Field, 27 lines and 9 varieties, the

experiment was conducted according to the technological package recommended by the INIFAP for the region. Days to spike (DAE) and maturity (DAM), plant height and yield (REND) of the lines and controls were evaluated. The data were sometimes an analysis of variance and media comparisons. The results of the analysis of variance detected highly sensitive differences for DAE and REND. The Barobampo C2015 and Conasist C2015 witnesses were the highest performance and the most prominent performance lines were lines 23, 2, 29 and 10. The Barobampo C2015 control was the most outstanding genotype of the experiment.

**Key words :** yield, spike, maturity, variety, witnesses

## **INTRODUCCION**

Guanajuato es el tercer estado con mayor producción de trigo con un total de 355,173 toneladas, después de Sonora y Baja California según (SIAP 2019).

El rendimiento potencial, definido como el rendimiento que se podría obtener en condiciones óptimas de manejo, sin limitantes de humedad ni fertilizantes, y en ausencia de plagas, enfermedades y malezas, depende de los factores ambientales radiación, temperatura, fotoperiodo y concentración de CO<sub>2</sub>, así como de los factores genéticos y de sus interacciones, del total de factores la temperatura y la radiación solar son las más importantes. (Bindraban *et al.*, 2007).

En México en 2009 la superficie cosechada de trigo alcanzó las 713,645 ha, el 86 % de ésta en el ciclo otoño invierno (O-I) en condiciones de riego, con un rendimiento medio de 5.6 t ha<sup>-1</sup> y el 14 % en el de primavera verano (P-V) en condiciones de temporal, con un rendimiento medio de 1.8 t ha<sup>-1</sup>. El estado de Sonora es el principal productor de trigo y contribuye con el 47 % del volumen y del valor total de la producción, le sigue Guanajuato que contribuye con el 17 %, y Baja California con el 15 %.

El tipo de trigo que se produce en México en mayor superficie y en mayores volúmenes es el duro o cristalino, por lo que es posible satisfacer la demanda de sectores industriales específicos, y un porcentaje considerable se destina al mercado internacional. En el caso de los trigos panificables la situación es diferente ya que los volúmenes cosechados no satisfacen la demanda nacional, por lo que es necesario recurrir a las importaciones (SIAP, 2010).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la productividad y características agronómicas de líneas experimentales de trigo cristalino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el INIFAP Campo Experimental Bajío (CEBAJ), ubicado en el Km 6.5 de la carretera Celaya – San Miguel de Allende, en Celaya, Gto., cuya localización geográfica se encuentra aproximadamente a 20° 34' Latitud Norte; 100° 49' Longitud Oeste y una altura de 1769 msnm. La densidad de siembra fue de 120 kg ha<sup>-1</sup>. la fecha de siembra fue el día 23 de diciembre de 2018 se aplicaron 11 riegos por microaspersión, a los 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 100, 108, 116 y 126 días. El control de malezas de hoja ancha se realizó aplicando 0.75 L ha<sup>-1</sup> de esterase a los 22 días y 1.0 L ha<sup>-1</sup> de Esterón 47 a los 34 días después de la siembra, para la hoja angosta se utilizó topik mas ámber a los 30 días. La dosis de fertilización utilizada fue de 240-60-00 (N-P-K); como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio (Sulfamín) aplicando el 50% a la siembra y el resto en el primer riego de auxilio; y como fuente de fósforo se utilizó súper fosfato de calcio triple en una sola aplicación a la siembra. Se midieron las variables agronómicas: días a espigamiento, días a madurez, altura de planta y rendimiento de grano. Se realizó análisis de varianza y comparaciones de medias de todas las variables medidas utilizando el programa SAS Versión 9.3.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza detectaron diferencias altamente significativas para días a espigamiento (DAE) y rendimiento de grano (Cuadro 1.).

**Cuadro 1.** Cuadrados medios de las variables estudiadas en el experimento 8R evaluado en Celaya, INFAP-CEBAJ en el ciclo OI 2018-19.

F.V.	G.L.	DAE	DAM	AP	RENDIMIENTO
REPETICION	2	1.37	54.70	0.36	480605.9
GENOTIPO	35	17.08 **	10.72ns	32.27ns	1054106.37 **
Error	70	1.30	7.32	20.88	456097.8
Total	107				
C.V. (%)		1.52	2.22	5.09	9.47

\*, \*\* = significancia estadística al nivel 0.05 y 0.01 de probabilidad; ns= no significativo; F.V. = Fuente de variación; G.L. = grados de libertad; DAE = días a espigamiento; DAM = días a madurez; AP= altura de planta; C.V. = coeficiente de variación.

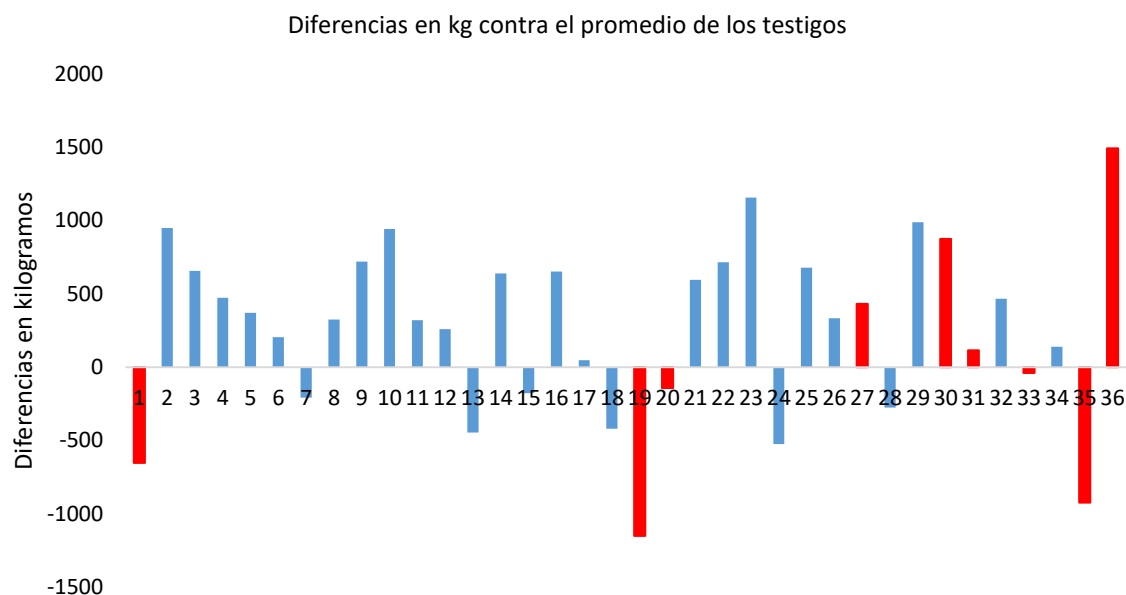
En espigamiento se observó una diferencia de ocho días entre el genotipo más precoz (6) y el más tardío (36) (Cuadro 2). En cambio, en el ciclo a madurez las diferencias fueron de nueve días en este caso los genotipos de menor y mayor ciclo fueron el 24 y 36. En la variable altura los genotipos obtuvieron alturas que oscilaron entre 83 y 97 cm. En rendimiento el genotipo 36 registró el mayor rendimiento con 8,357 kg ha<sup>-1</sup> superior en 46.2% al testigo Aconchi C89 y 19.7% superior al testigo Anatoly C2011. El testigo Aconchi C89 presentó el menor rendimiento (5,715 kg ha<sup>-1</sup>), Solís *et al.* (2001) mencionan que el rendimiento de Aconchi C89 es de 7,062 kg ha<sup>-1</sup> inferior al observado en este trabajo. En relación a Anatoly C2011, Aconchi C89 fue inferior en 18.1%. ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 2.** Comparaciones de medias de los caracteres medidos en el experimento evaluado en Celaya, INIFAP-CEBAJ en el ciclo OI 2018-19

GENOTIPO	DAE	DAM	AP cm	RENDIMIENTO kg ha <sup>-1</sup>	% /Aconchi C89	% /Anatoly C2011
1	77	125	85	6211	8.68	-11.02
2	76	123	85	7813	36.71	11.92
3	75	121	85	7521	31.60	7.74
4	77	123	83	7338	28.40	5.12
5	77	121	97	7234	26.59	3.63
6	69	121	92	7070	23.71	1.27
7	77	122	92	6657	16.49	-4.64
8	76	121	92	7189	25.79	2.98
9	69	124	88	7584	32.72	8.65
10	70	122	87	7806	36.59	11.82
11	76	122	93	7185	25.73	2.93
12	76	122	97	7123	24.64	2.04
13	75	122	87	6418	12.30	-8.06
14	76	125	87	7503	31.29	7.48
15	72	119	90	6688	17.03	-4.19
16	76	120	92	7516	31.52	7.67
17	69	122	87	6911	20.93	-1.00
18	75	122	90	6445	12.78	-7.67
19	76	121	85	5715	0.00	-18.13
20	76	120	90	6722	17.63	-3.70
21	77	122	87	7460	30.54	6.87
22	74	119	92	7581	32.65	8.60
23	76	122	90	8021	40.35	14.90
24	75	118	93	6341	10.95	-9.17
25	72	119	95	7544	32.00	8.07
26	75	120	88	7199	25.96	3.12
27	76	121	88	7296	27.66	4.51
28	77	121	90	6590	15.31	-5.60
29	75	125	90	7853	37.42	12.50
30	77	122	90	7739	35.41	10.86
31	74	125	90	6981	22.15	0.00
32	76	123	92	7330	28.27	5.01
33	77	121	92	6824	19.42	-2.24
34	74	120	92	7004	22.57	0.34
35	77	122	92	5942	3.97	-14.89
36	77	127	90	8357	46.23	19.72
<b>DMS</b>	3.73	8.85	14.95	2210		

DMS= Diferencia mínima significativa; DE = días a floración; DM = días a madurez; AP= altura de planta.

En la Figura 1 se restó al rendimiento de cada genotipo el promedio de rendimiento de los nueve testigos incluidos en el ensayo el cual fue de 6865 kg ha<sup>-1</sup>. Se observó que los testigos 1, 19, 20, 35 y las líneas 7, 13, 15, 18, 24, 28 obtuvieron rendimiento menor al promedio general, los testigos Barobampo C2015 y Conasist C2015 fueron los de mayor rendimiento, las líneas más destacadas superiores en rendimiento al promedio de los testigos y posibles futuras variedades son la 23, 2, 29 y 10. Cabe destacar que el testigo Barobampo C2015 no fue superado por ninguna línea.



**Figura 1.** Rendimiento de 27 líneas sobre el rendimiento promedio de los testigos.

## CONCLUSIÓN

Las líneas 2, 10, 29 y 23 fueron las líneas más destacadas con rendimientos mayores de 7813 kg ha<sup>-1</sup> pero inferiores al testigo Barobampo C2015, los testigos con menor rendimiento fue Aconchi C89, C31 y Súper Panza Blanca, las líneas menos destacadas fueron que superaron el rendimiento promedio de los testigos.

## LITERATURA CITADA

- Bindraban, P. S., K. D. Sayre and E. Solís M. 1998. Identifying factors that determine kernel number in wheat. *Field Crops Res.* 58:223-224.
- SIAP. 2019. (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). SAGARPA. México. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/> (18 de octubre de 2019)
- SIAP.2010(Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). SAGARPA. México. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/> (23 de septiembre de 2019)
- Solís, M. E. y J. G. Díaz de León. 2001. Efecto de los factores controlables de la producción sobre el rendimiento y la panza blanca del grano en trigo duro. *Terra.* 19(4):375-383.

## COMPARACIÓN DEL RENDIMIENTO DE CINCO FECHAS DE SIEMBRA DE TRIGO (*Triticum Spp.*) DURANTE CUATRO CICLOS

Brenda Karina Mendoza-Gómez<sup>1-2</sup>; Ernesto Solís-Moya<sup>1</sup>; Lourdes Ledesma-Ramírez<sup>1-2</sup>; María Rebeca Rendón-Reyes<sup>1-2</sup>; Miguel Ángel Gamucero-Zárate<sup>1-2</sup> y Mariano Díaz-Ruíz<sup>1-2</sup>.

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. A. P. 112 C. P. 38000 Celaya Gto., México. Tel: 01 800 088 2222. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya - Juventino Rosas Km.8, C.P. 38110 Celaya, Gto., México. Tel: 01 461 611 5903

\*Autor por correspondencia: [brendoza@outlook.es](mailto:brendoza@outlook.es)

### RESUMEN

El trigo es uno de los cereales más importantes sembrado y consumido a nivel mundial; tiene un alto contenido energético y aporta una gran cantidad de vitaminas al cuerpo humano. Es parte de un sistema intensivo de producción cuyo objetivo es que produzca mayor cantidad de granos por unidad de superficie y a su vez de forma sustentable preservar el ambiente. En este estudio se evaluó el rendimiento de diez variedades de trigo en veinte ambientes (cinco fechas de siembra (FS) por ciclo, A, B, C, D, y E) durante los ciclos otoño invierno (OI) 15-16 a OI 18-19. La FSB 15-16 fue la que obtuvo un mayor rendimiento, seguida de FSC 15-16, FSD 18-19, FSD 17-18 y FSB 17-18. Entre variedades Anatoly C2011 superó significativamente ( $Tukey \leq 0.05$ ) al resto (excepto a Cisne F2016) con un rendimiento promedio de  $7534 \text{ kg ha}^{-1}$  seguida de Cisne F2016 con  $7281 \text{ kg ha}^{-1}$  e Ibis M2016 con  $7113 \text{ kg ha}^{-1}$ ; la variedad que presentó menor rendimiento fue Salamanca S75 con  $5541 \text{ kg ha}^{-1}$ .

**Palabras clave:** *Rendimiento, Estabilidad, Ambiente, Variedades*

### ABSTRACT

Wheat is one of the most important cereals sown and consumed worldwide; It has a high energy content and provides a large amount of vitamins to the human body. It is part of an intensive production system whose goal is to produce more grains per unit area and in turn sustainably preserve the environment; For this reason, this study compared the yield obtained from five planting dates (A, B, C, D and E), ten varieties were established with twenty environments during the cycles: 15-16 OI, 16-17 OI, 17-18 OI and 18-19 OI. FSB 15-16 OI was the highest performer, followed by FSC 15-16 OI, FSD 18-19 OI FSD 17-18 and FSB 17-18 OI. Varieties were established as witnesses recently released by INIFAP such as Anatoly C2011, Swan F2016 and Ibis 2016 in contrast to varieties already released as Salamanca S75, Cortazar S94, Bárcenas S2002, Urbina S2007 and Maya S2007; in order to publicize how they are improving over the years and the performance potential increases. Of the established varieties Anatoly C2011 surpassed all with

7533.7 Kg/ha<sup>-1</sup> followed by Swan F2016 with 7280.8 Kg/ha<sup>-1</sup> and Ibis M2016 with 7112.9 Kg/ha<sup>-1</sup>; the variety that presented the lowest yield was Salamanca S75 with 5541.2 Kg/ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** Performance, Stability, Environment, Varieties.

## INTRODUCCIÓN

El trigo es uno de los cereales más importantes a nivel mundial por la superficie sembrada y cosechada anualmente, es la base de la alimentación en muchos países como aportador de aminoácidos esenciales al ser humano (Moreno, 2012). La mayor parte del crecimiento interanual se atribuye al incremento de la población ya que aumenta el consumo de trigo, su producción prevista para 2020 es de 771 millones de toneladas, un 5.6% por encima del nivel del año pasado (Mendoza, 2019). Es de destacar que para un área y región determinada el potencial productivo estará definido principalmente por las características del clima y suelo (Lobell *et al.*, 2009), que determinarán la variabilidad en los máximos rendimientos alcanzables y las brechas de producción. Anderson (2010), atribuyó al ambiente el 80% de la variabilidad de los rendimientos en granos. En este sentido, para un genotipo definido, el Rendimiento Potencial (RP) está determinado por la disponibilidad de CO<sub>2</sub>, la oferta de radiación solar y la temperatura del aire, denominados factores definidores del rendimiento (Gallego, 2015). Damba (2008) define la estabilidad de un carácter como la habilidad de un genotipo para evadir fluctuaciones substanciales en un cierto rango de condiciones ambientales. La diversidad de genotipos implica que haya variabilidad genética entre los individuos que puedan desarrollarse en las nuevas condiciones que con lleva el calentamiento global; al mismo tiempo nos da la posibilidad de tener mayor resistencia a plagas y enfermedades (Loo, 2011). El mejoramiento potencial genético de los cultivos depende de la introducción de caracteres adaptativos correctos dentro de las bases agronómicas ampliamente adaptadas y de alto rendimiento (Reynolds *et al.*, 2012). En la medida en la que la variación del rendimiento sea menor, el genotipo es considerado como estable la cual está relacionada con su capacidad fisiológica para regular los cambios del ambiente (homeostasis). Desde el punto de vista teórico, si el rendimiento del genotipo es similar o no varía mucho entre ambientes, entonces se asume que el genotipo es estable desde el punto de vista biológico, también conocida como estabilidad estática (Becker, 1981). El objetivo de este trabajo fue estudiar la interacción genotipo ambiente en 10 variedades de trigo harinero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el INIFAP Campo Experimental Bajío (CEBAJ), ubicado en el Km 6.5 de la carretera Celaya – San Miguel de Allende, en Celaya, Gto., cuya localización geográfica se encuentra aproximadamente a 20° 34' Latitud Norte; 100° 49' Longitud Oeste; y una altura de 1769 msnm. La densidad de siembra fue de 120 kg ha<sup>-1</sup>. En este estudio se evaluaron cuatro ciclos (otoño invierno 15-16 a 18-19), cinco fechas de siembra (15 de Noviembre (A), 1 de

diciembre (B), 15 de diciembre (C), 1 de enero (D) y 15 de enero (E)) y 10 variedades de trigo harinero Anatoly C2011, Cisne F2016, Ibis M2016, Elia M2016, Faisán S2016, Bárcenas S2002, Cortázar S94, Urbina S2007, Maya S2007 y Salamanca S75 en un arreglo de serie de experimentos con un diseño bloques al azar. La parcela experimental estuvo formada por dos surcos de 3 m de largo separado 75 cm. La dosis de fertilización utilizada fue de 240-60-00 (N-P-K); como fuente de nitrógeno se utilizó sulfato de amonio (Sulfamín) aplicando el 50% a la siembra y el resto en el primer riego de auxilio; y como fuente de fósforo se utilizó súper fosfato de calcio triple en una sola aplicación a la siembra. El control de malezas de hoja ancha se realizó aplicando 0.75 L ha<sup>-1</sup> de Estarane a los 22 días y 1.0 L ha<sup>-1</sup> de Esterón 47 a los 34 días después de la siembra. Para la hoja angosta se utilizó Topik mas ámber a los 30 días. Se evaluó el rendimiento en grano (RG) utilizando análisis de varianza y pruebas de comparaciones de medias (Tukey, 0.05) usando el programa estadístico SAS. Para la interacción genotipo-ambiente se utilizó el modelo AMMI para el carácter de rendimiento.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas para las fuentes de variación de: ciclo, fechas de siembra (FS), genotipos (GEN), para las interacciones de primer grado CICLO\*FS; CICLO\*GEN y FS\*GEN y para la interacción de segundo grado de CICLO\*FS\*GEN (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Cuadrados medios de la variable de rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> de cinco fechas de siembra en cuatro ciclos de siembra.

Fuente	DF	CM REND
CICLO	3	58144284.5 **
FS	4	96612088.6 **
GEN	9	28086497.9 **
REP	2	2586663
CICLO*FS	12	5340009.9 **
CICLO*GEN	27	1001626.6 **
FS*GEN	36	907721.2 **
CICLO*FS*GEN	108	648619.9 **
Error	398	462363
Total	599	
CV		10.40
MEDIA		6536

GL = grados de libertad; FS= fechas de siembra CM = cuadrados medios; REND = rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>; \*\* =diferencias altamente significativas, CV =coeficiente de variación, GEN = variedades de trigo, REP: repeticiones.

Las comparaciones de medias mostró que los ciclos 15–16 y 17-18 fueron superiores en rendimiento a los ciclos 16-17 y 18-19 (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Comparaciones de medias del rendimiento de los cuatro ciclos en cinco fechas de siembra.

CICLO	REND
15-16	7068 a
16-17	6207 b
17-18	7047 a
18-19	5822 c
DMS	202

REND = rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>; a, b, c = grupos de medias por Tukey; DMS = diferencias mínimas significativas.

La comparación de medias para fechas de siembra mostró que la FSB superó estadísticamente al resto de las fechas. La segunda mejor FS fue la C que superó a la A, D y E con 357, 1056, y 1881 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Cuadro 3.** Comparaciones de medias del rendimiento de las cinco fechas de siembra durante cuatro ciclos.

FS	REND
FSA	6765 c
FSB	7494 a
FSC	7122 b
FSD	6057 d
FSE	5241 e
DMS	240.56

FS= fechas de siembra, REND: rendimiento; a, b, c, d, e = grupos de medias por Tukey; DMS = diferencias mínimas significativas.

El Cuadro 4 presenta las comparaciones de medias de diez genotipos mostrando así que el genotipo Anatoly C2011 fue el que obtuvo un mayor rendimiento en comparación con los demás genotipos con 7533 Kg/ha<sup>-1</sup> en contraste con el genotipo de menor rendimiento que fue Salamanca S75 con un rendimiento de 5541 Kg/ha<sup>-1</sup> con una diferencia de 1992 Kg/ha<sup>-1</sup>.

**Cuadro 4.** Comparaciones de medias de las variedades de trigo.

GEN	REND
Cortázar S94	6224 e
Urbina S2007	6096 e
Maya S2007	5650 f
Barcenás S2002	6293 ed
Ibis M2016	7112 b
Faisán S2016	6651 cd

Salamanca S75	5541 f
Cisne F2016	7280 ab
Anatoly C2011	7533 a
Elia M2014	6977 bc
DMS	395

REND = rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>; GEN = genotipos; a, b, c, d, e, f = grupos de medias por Tukey; DMS = diferencias mínimas significativas.

*Análisis de la interacción genotipo ambiente*

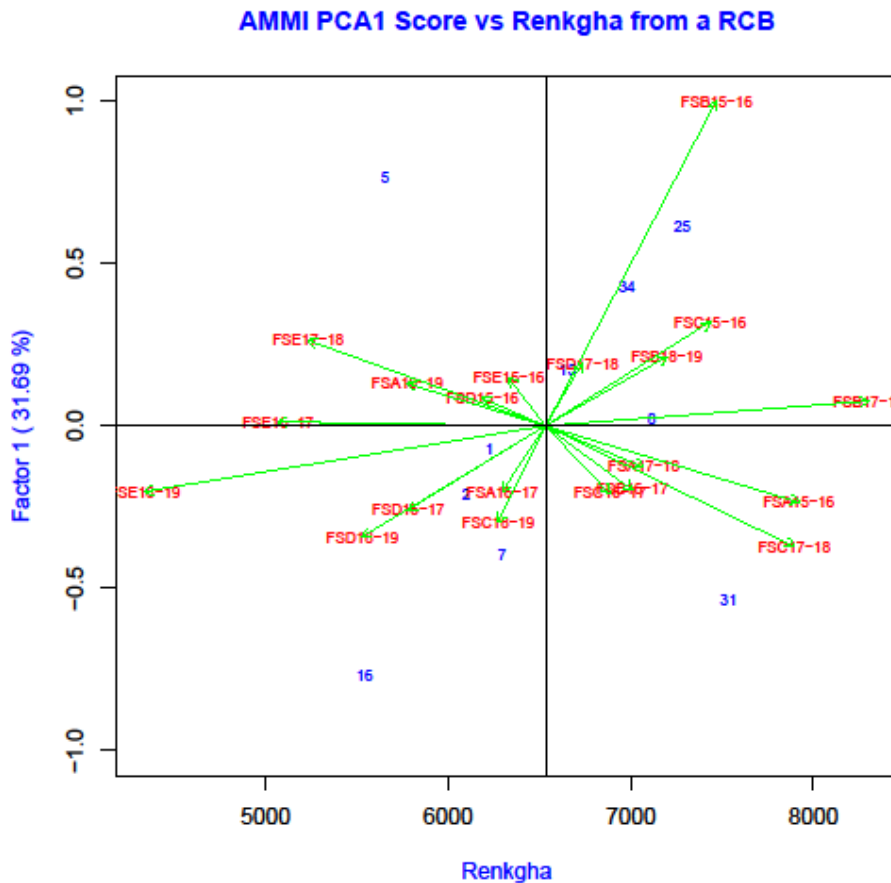
El modelo AMMI (Cuadro 5) retuvo el 91.20% de la suma de cuadrados utilizando 199 de libertad (19 para ambiente, 9 para genotipos y 171 para componentes). El estudio de la interacción realizado con el AMMI se complementó con el empleo del Biplot (Figura 1). Tomando en cuenta que hay diferencias altamente significativas en el CP1, CP2 y una diferencia significativa para el CP3.

**Cuadro 5.** Análisis de varianza del modelo AMMI para 10 genotipos en 20 ambientes.

FV	GL	SC	% SC
AMB	19	624961327	62.03
GEN	9	252778481	25.09
AMB*GEN	171	129772825	12.88
CP1	27	41120476.3	31.69 **
CP2	25	29114638.9	22.44 **
CP3	23	23156371.9	17.84 *
CP4	21	15168893	11.69
CP5	19	9813554.65	7.56
CP6	17	5017441.46	3.87
CP7	15	3783879.71	2.92
CP8	13	1978530.1	1.52
CP9	11	619039.152	0.48
CP10	9	0	0.00

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; %SC = porcentaje de la suma de cuadrados; AMB = ambientes; GEN = genotipos; CP = componente principal.

En la figura 1 se muestra la representación gráfica entre variedades y fechas de siembra; donde el eje de las “X” muestra el rendimiento de grano de los genotipos y las fechas de siembra mientras en el eje de las “Y” se lee la estabilidad, la línea perpendicular muestra el rendimiento medio. En el eje de las X en la parte derecha se localizan las FS con mayor rendimiento y por el lado izquierdo las que obtuvieron menor rendimiento. La FSB 17-18 fue la que superó a todas las fechas de siembra en cuanto a rendimiento y la FSE 18-19 fue la que obtuvo el menor rendimiento. La FSE 15-16 y FSD 15-16 fueron las que tuvieron valores cercanos a la media. Ángulos menores de 90° nos muestran que tienen una correlación positiva mientras que los ángulos mayores de 90° no tienen ninguna correlación; ángulos mayores de 180° son los que tienen una correlación negativa.



**Figura 1.** Biplot de rendimiento de grano de 10 genotipos en 20 ambientes.

## CONCLUSIONES

El estudio mostró que los mayores rendimientos se obtienen en las FS temprana del 15 de noviembre al 15 de diciembre, siendo la óptima el 1 de diciembre. Las variedades más productivas fueron Anatoly C2011 y Cisne F2016 y las de más bajo rendimiento Salamanca S75 y Maya S2007.

## LITERATURA CITADA

- Anderson, W., 2010. Closing the gap between actual and potential yield of rain fed wheat. The impacts of environment, management and cultivar. *Field Crops Res.* 116 14-22.
- Becker, H.C. (1981) Correlations among some statical measures of phenotypic stability. *Euphytica*, 30: 835-840.
- Damba, P.G. (2008) Evaluación de métodos para el análisis de estabilidad en diferentes ambientes de genotipos de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Tesis integral.
- Loo. A.J. (2011) Manual de la genética de la conservación. Principios aplicados de genética para la conservación de la diversidad biológica.
- Lobell, D., Cassman, K., Field, C., 2009. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes and Causes. *The Annual Review of Environment and Resources* 34, 179-204.

- Mendoza, G.B.K. 2019 Efecto del ambiente sobre las características agronómicas de veintisiete genotipos de trigo. Tesis.
- Moreno, S.J.C. 2012 Resistencia de un biotipo de *Avena fatua* L. al herbicida clonadifop-propargyl colectado en el estado de Guanajuato. Tesis profesional. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo (UACH) Chapingo, Estado de México, México.76.p.
- Reynols M.P., Pask A.J.D., Mullan D.M. y Chávez-Dulanto P.N. (Eds.) (2012) Fitomejoramiento Fisiológico I: Enfoques Interdisciplinarios para mejorar la adaptación del cultivo. México, D.F.:CIMMYT

## **INFLUENCIA DE LA FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE JITOMATE (*Solanum lycopersicon* L.) Y OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCCIÓN**

### **INFLUENCE OF ORGANIC FERTILIZATION IN THE TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.) CROP AND OTHER FACTORS THAT INCIDATE IN PRODUCTION**

Salvador Villalobos-Reyes<sup>1</sup> y Enrique González-Pérez<sup>1§</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimenta Bajío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5, Colonia Roque, Celaya, Guanajuato, México. C. P. 38110. §Autor para correspondencia: [gonzalez.enrique@inifap.gob.mx](mailto:gonzalez.enrique@inifap.gob.mx) ; [villalobos.salvador@inifap.gob.mx](mailto:villalobos.salvador@inifap.gob.mx)

#### **RESUMEN**

En los últimos años, diversos factores han despertado el interés por el desarrollo de la agricultura orgánica, que es una alternativa sustentable con potencial para atender los impactos negativos de la agricultura convencional. En el caso específico del jitomate es un cultivo de interés para producción orgánica, ya que en México su producción ha crecido significativamente y ahora es una de las principales actividades en la producción en invernadero. Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento agronómico del cultivo de jitomate bajo diferentes fuentes minerales (yeso agrícola, dolomita, roca fosfórica y composta) suministradas en tres diferentes dosis y un Testigo (fertilización convencional). El experimento fue bajo un diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Se realizó el monitoreo del contenido nutrimental de planta mediante extracto celular de peciolo (ECP) y se dio seguimiento de la fertilidad del suelo. Los resultados indicaron que el mejor comportamiento agronómico se presentó en el Testigo y en la dosis de fertilización alta. El rendimiento que se obtuvo de las diferentes dosis de fertilización fue: Testigo > dosis de fertilización orgánica alta > dosis de fertilización orgánica media > dosis de fertilización orgánica baja, con 21.17, 21.11, 18.75 y 18.20 kg m<sup>2</sup> respectivamente, no existiendo diferencias significativas entre el testigo y las dosis de fertilización alta.

*Palabras clave: nutrimento, fertilidad, producción, rendimiento.*

#### **ABSTRACT**

In the last years, various factors have aroused interest in the development of organic agriculture, which is a sustainable alternative with the potential to attend the negative impacts of conventional agriculture. In the specific case of tomatoes, it is a crop of interest for organic production, since in Mexico its production has grown significantly and now it is one of the main activities, which depends on the supply of chemical fertilizers and pesticides. Therefore, the objective of the work

was to evaluate the agronomic behavior of tomato cultivation under different mineral sources (agricultural plaster, dolomite, phosphoric rock and compost) supplied in three different doses and a control (conventional fertilization). The experiment was under a completely randomized design with 4 treatments and 3 repetitions. The nutritional content of the plant was monitored by petiole cell extract (ECP) and soil fertility was monitored. The results indicated that the best agronomic behavior was presented in the control and in the high fertilization dose. The yield obtained from the different fertilization doses was: control high organic fertilization dose > medium organic fertilization dose > low organic fertilization dose, with 21.17, 21.11, 18.75 and 18.20 kg m<sup>2</sup> respectively, with no significant differences between the control and high fertilization doses.

*Key words: nutriment, fertility, production, yield.*

## **INTRODUCCIÓN**

El jitomate (*Solanum Lycopersicon* L.) es la hortaliza más cultivada en el mundo y la de mayor valor económico, por lo que, su consumo aumenta continuamente y con ello su producción y comercio. México es el principal proveedor a nivel mundial de jitomate con una participación en el mercado internacional de 25.11% del valor de las exportaciones mundiales. A partir del 2016, la producción de jitomate en México se incrementó en 54.25% y en las exportaciones en fresco con 77.87%, convirtiendo al jitomate en uno de los cultivos con mayor incremento en la productividad. Actualmente se cubre el 100% de los requerimientos nacionales con producción interna, asimismo, las importaciones mundiales han aumentado 39.41% en la última década, lo que ha propiciado un incremento en las exportaciones de México al extranjero, principalmente a Estados Unidos. Sin embargo, el posicionamiento del cultivo ha encarecido la producción por la gran cantidad de insumos que se requieren para obtener mayor rendimiento por unidad de superficie. El manejo del cultivo en campo e invernadero es costoso por la inversión que se requiere para el manejo de plagas y enfermedades, labores culturales y fertilización, este último representa entre el 40 y 45% de los gastos de inversión. En México, la mayor parte de los fertilizantes son importados lo que limita su acceso por parte de pequeños agricultores, quienes demandan conocimiento y alternativas que permitan reducir sus costos de producción sin demeritar la calidad y rendimiento del cultivo (Comunicación personal con productores de Guanajuato). En este sentido, se han realizado investigaciones sobre el uso de fuentes orgánicas de nutrimentos como: la dolomita, yeso agrícola, roca fosfórica, composta, lixiviados de lombriz y melaza, con resultados exitosos debido a que la mayoría de estas fuentes aportan nutrimentos esenciales que las plantas requieren para su óptimo desarrollo. De los elementos nutritivos contenidos en materiales orgánicos como la composta, del 70 al 80% de fósforo y del 80 al 90% de potasio están disponibles en el primer año, mientras que todo el nitrógeno (N) es orgánico, lo cual lo constituye en un elemento problema, dado que debe mineralizarse para ser absorbido por las plantas y en el primer año solo se mineraliza el 11%, generándose una deficiencia de este elemento si no es abastecido en suficiencia. Los nutrimentos

que se aportan con el yeso ( $\text{CaSO}_4$ ), fue Ca (21 %) y S (16%). La dolomita ( $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ ), contiene 47.73 % de CaO, 21.86 % de  $\text{CO}_2$  (SE, 2013). La roca fosfórica aportó P (9.9 %), Ca (21 %) y Mg (3%). La composta aportó N (1.73 %), P (6.45 %), K (0.26 %), Ca (7.64 %), 5 273 ppm de Fe y 84.6 ppm de Zn. Con base en lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue valorar el comportamiento agronómico y productivo del jitomate cultivado bajo tres niveles de fertilización con fuentes órgano-minerales de nutrimentos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue desarrollado en las instalaciones del Campo Experimental Bajío del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), localizado en Celaya, Guanajuato, México, en las coordenadas geográficas 20° 32' 05" LN y 100° 48' 49" LO, a 1750 msnm, durante la temporada primavera-verano (PV) y otoño-invierno (OI) de 2017, bajo condiciones de temperatura media de 29.4 °C en PV y 21.2°C en OI, precipitación media de 480 mm en PV y 25 mm en OI, humedad relativa promedio de 62% en PV y 38% en OI, y evapotranspiración media de 320 mm en PV y 240 mm en OI. El lote experimental utilizado fue de 500 m<sup>2</sup> con suelo franco arcilloso (40% de limo, 30% de arena y 30% de arcilla), con pH de 8.5 y conductividad eléctrica de 0,9 dS m<sup>-1</sup>, pobre en contenido de materia orgánica (1.20%), P (42.45 ppm de P-Bray), Fe (3.7 ppm) y Cu (0.8 ppm), rico en Ca (3913 ppm) y Mn (12.2 ppm) y extremadamente rico en K (1086 ppm), Mg (699 ppm) y Na (557 ppm). El agua de riego utilizada presentó  $\text{NO}_3$  (12 ppm), K (13 ppm), Ca (50 ppm), Mg (18 ppm), y  $\text{SO}_4$  (96 ppm). El manejo del cultivo se realizó de acuerdo con el paquete tecnológico de producción desarrollado en el programa de hortalizas del INIFAP, con una densidad de plantación de 24 000 plantas ha<sup>-1</sup>. Se utilizó de jitomate tipo Saladette, variedad Byelsa.

### Manejo experimental

Bajo un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, se evaluaron tres dosis de fertilización compuestas con fuentes orgánicas (**Cuadro 1**), más un testigo con la solución nutritiva propuesta (**Cuadro 2**).

**Cuadro 1.** Dosis y fuente de fertilización orgánica (t ha<sup>-1</sup>) aplicada al cultivo de jitomate. Ciclo Otoño-Invierno 2018-2019.

Tratamiento	Yeso agrícola	Dolomita	Roca fosfórica	Composta
DFA	5.6	2.4	13	30
DFM	4.2	1.6	9.7	20
DFB	2.8	0.8	6.5	10

DFA=dosis de fertilización alta, DFM= dosis de fertilización media, DFB=dosis de fertilización baja.

Durante los primeros 110 DDT se aplicó la solución nutritiva en el testigo y posterior a éste tiempo, se aumentó la concentración en un 25 % (**Cuadro 2**).

**Cuadro 2. Concentración de la solución nutritiva empleada en el cultivo de jitomate. Ciclo Otoño-Invierno 2018-2019.**

Iones	Concentración aplicada durante 110 DDT		Concentración aplicada después de 110 DDT	
	meq L <sup>-1</sup>			
Cationes	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.5	0.6	
	K <sup>+</sup>	9.5	11.8	
	Ca <sup>++</sup>	8.0	10.0	
	Mg <sup>++</sup>	1.0	1.2	
Aniones	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	10.0	12.5	
	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	1.0	1.2	
	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	6.0	7.5	
	Cl <sup>-</sup>	2.0	2.5	

Por otro lado, durante el ciclo del cultivo mediante el riego se aplicó melaza, lixiviado de humus de lombriz (contenido nutrimental expresado en ppm: 600 N, 100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 3 900 K<sub>2</sub>O, 1 200 Ca, 200 Mg y 100 S en ppm) y sulfato de potasio una vez por semana (**Cuadro 3**).

**Cuadro 3.** Fuente y dosis de fuentes orgánicas aplicadas como complemento de la fertilización para jitomate. Ciclo Otoño-Invierno 2018-2019.

Fuente	Dosis (kg ha <sup>-1</sup> )	
	34-60 DDT	60 DDT
<b>Melaza</b>	3.0	6.0
<b>Lixiviado de humus de lombriz</b>	250.0	250.0
<b>Sulfato de potasio</b>	3.0	5.0

DDT= días después del trasplante.

Para complementar los requerimientos nutrimentales de la planta y evitar deficiencias, principalmente de micronutrientes, se aplicó vía foliar una mezcla de quelatos de Hierro (5.0 %), Zinc (2.5 %), Magnesio (0.5 %), Manganeso (1.0 %) y Boro (0.5 %). Durante los primeros 24 DDT se aplicó 0.5 g por litro de agua, de los 25 a 45 DDT 1 g L<sup>-1</sup> dos veces por semana; de los 46 a 90 DDT 5 g L<sup>-1</sup> y de los 90 DDT en adelante se aplicaron 5.5 g L<sup>-1</sup> dos veces por semana.

### **Determinación de la fertilidad del suelo y nutrición vegetal**

Para conocer la fertilidad del suelo se realizaron tres análisis de fertilidad de suelo: previo al trasplante, a los 50 y 90 DDT. Se determinó el contenido de MO con el método de Walkley y Black; Nitrógeno inorgánico (N-Inorg) con el método Micro-Kjeldahl, Fósforo mediante el método Olsen; las bases intercambiables (Ca, Mg, Na y K) se determinaron con el método de saturación con acetato de amonio y cuantificación por absorción atómica y para Fe, Mn, Zn y Cu se utilizó el

método del ácido dietilentriaminopentaacético (DTPA) y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Para conocer la concentración de N, P, K y Ca en planta se realizaron determinaciones en el extracto celular de peciolo por el método de electrodo selectivo de iones (ISE), en la hoja recientemente madura colectadas entre las 8:00 y 9:00 h, considerando el ápice de la planta y por debajo del ramillete floral que estaba polinizando y/o formando fruto (Mckean, 1993).

### Análisis estadístico

Los datos registrados en las variables altura de planta (AP), número de hojas (NH), diámetro de tallo (DT), distancia entre racimos (DER), número de racimos (NDR), número de frutos (NF), diámetro polar del fruto (DPF), diámetro ecuatorial (DEF), firmeza, sólidos solubles totales (SST) y rendimiento fueron sometidos a un análisis de varianza y comparación de medias por Tukey ( $\alpha=0.05$ ), con el paquete de análisis estadístico SAS versión 9.30 (SAS, 2018)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fertilidad del suelo

Los valores del análisis de fertilidad del suelo realizado previo al trasplante y con el aporte del 50 % de los materiales orgánicos y 50 DDT, indicaron valores constantes, aunque algunos parámetros mostraron cambios (**Cuadro 4**).

**Cuadro 4.** Comportamiento de la fertilidad del suelo inicial y 50 días después.

Elemento	Unidad	CI	Testigo	DFA	DFM	DFB
M.O.	%	2.04	2.14	2.04	2.04	2.04
N-Inor		51.99	3.61	4.33	4.33	17.33
K		2 130.49	1 834.79	1 882.54	2 175.18	2 271.27
Ca		4 680.16	3 898.46	4 196.31	3 548.1	3 198.83
Mg	ppm	517.45	489.22	502.85	483.57	445.98
Na		466.34	247.25	230.94	251.62	409.15
Fe		2.94	2.55	2.75	2.86	2.16
Zn		3.93	5.42	5.18	4.53	3.28
Mn		8.1	7.18	8.09	9.69	10.46
Cu		1.64	1.56	1.81	1.56	1.67
P-Olsen		98.88	125.6	151.68	86.93	61.75

CI=Concentración inicial, DFA = Dosis de fertilización alta, DFM= Dosis de fertilización media, DFB=Dosis de fertilización baja.

La concentración de M.O se mantuvo sin cambios en los tratamientos con dosis orgánicas, sin embargo, el Testigo presentó un incremento de 4.9 %, en el caso de N la concentración disminuyó en todos los tratamientos, Testigo (-93%), DFA y DFM (- 91.67%), DFB (- 33.33%). El P en el Testigo y DFA mostró un incremento de 27 y 53.4%, respectivamente. La concentración de K mostro decremento en el Testigo (13.87%) y DFA (11.63%), la DFM no tuvo variación y para el

caso DFB incremento un 6.60 %. El Ca presentó un decremento en todos los tratamientos. En el Testigo 16.7%, DFA 10.33%, DFM 24.1% y DFB 31.65%. La concentración de Mg decremento en todos los tratamientos en el Testigo 5.45%, DFA 2.82%, DFM 6.54% y FFB 13.8%.

Para el caso de los micronutrientes las concentraciones fueron variables (**Cuadro 5**), el Fe presentó un decremento promedio de 13%, el Zn posee un incremento promedio en el Testigo, DFA y DFM de 28%, la DFB presentó un decremento de 18%. La concentración en Mn decremento de 6% en Testigo y DFA, en DFM y DFB presenta incremento de 24%. En el caso de Cu se mantienen las concentraciones en todos los tratamientos. La concentración promedio de Na en Testigo y DFM disminuyó el 47%; en DFA y DFB la concentración disminuyó 30%; estos resultados son favorables para el desarrollo y producción del cultivo.

**Cuadro 5.** Dinámica de la concentración nutrimental en suelo a los 90 días después del trasplante.

Nutrimiento	Unidad	CI	Testigo	DFA	DFM	DFB
M.O.	%	2.04	4.9 <sup>+</sup>	0.0*	0.0*	0.0*
N-Inor		51.99	93.1 -	91.7 -	91.7-	66.7 -
K		2130.49	13.9 -	11.6 -	2.1 +	6.6 +
Ca		4680.16	16.7 -	10.3 -	24.2 -	31.7 -
Mg	ppm	517.45	5.5 -	2.8 -	6.5 -	13.8 -
Na		466.34	47.0 -	50.5 -	46.0 -	12.3 -
Fe		2.94	13.3 -	6.5 -	2.7 -	26.5 -
Zn		3.93	37.9 <sup>+</sup>	31.8 <sup>+</sup>	15.3 +	16.5 -
Mn		8.1	11.4 -	0.1 -	19.6 +	29.1 +
Cu		1.64	4.9 -	10.4 +	4.9 -	1.8 +
P-Olsen		98.88	27.0 <sup>+</sup>	53.4 +	12.1 -	37.6 -

CI = Concentración inicial, + = Incremento, - = decremento, DFA = Dosis de fertilización alta, DFM = Dosis de fertilización media, DFB = Dosis de fertilización baja, \* = Se mantuvo sin cambios.

De acuerdo con los valores registrados, la incorporación de yeso agrícola fue benéfica debido a que se redujo la concentración de Na, teniendo una CI de 466.34 ppm y a los 90 DDT la concentración disminuyó en todos los tratamientos, en el Testigo 89.92%, DFA 89.17%, DFM 90.13% y en DFB 97.36%. La toma de decisión en cuanto a la cantidad a aplicar se corrobora con lo mencionado por Casas *et al.* (1999) quienes indican que el análisis de suelo permite conocer las características químicas y físicas, que sirven de base para definir las dosis de abonos en el manejo de la fertilización en la producción.

La MO se mantuvo debido a la incorporación de composta al inicio y durante el ciclo de producción, sin embargo, la concentración de N disminuyó por la alta demanda del cultivo y por el bajo contenido de N en la composta (INTAGRI, 2016). El cultivo de tomate demanda mayor cantidad de N en la etapa productiva que la mayoría de las etapas; inicia a partir de los 90 DDT y aunque no se habla de la misma familia y especie, coincide con lo que menciona Núñez (2007),

donde se advierte que la época de mayor exigencia de nitrógeno para sorgo, maíz y soya se encuentra después que la planta ha salido de la etapa de plántula y antes de la fecundación. En esta etapa se consume alrededor de la tercera parte del nitrógeno total absorbido en todo el ciclo. Además, Márquez (2009), menciona que el N contenido en la composta es orgánico, lo cual, lo limita en el suministro de N, debido a que debe mineralizarse para ser absorbido por las plantas y en el primer año, solo se mineraliza el 11%, generándose una deficiencia de este elemento si no es suplido apropiadamente.

Con base en los resultados obtenidos del análisis de suelo, se observa que la concentración de P incrementó en el Testigo y DFA, sin embargo, en DFM y DFB disminuyó; esto puede estar afectado por diversas condiciones como lo indican Casas *et al.* (1999) quienes mencionan que los compuestos de P a diferencia del N son más insolubles en el suelo, los problemas encontrados con este elemento han sido casi siempre debidos a las malas condiciones de absorción por el sistema radicular de la planta. Excesos de N, pH alto en el suelo y bajas temperaturas son, por lo general, los causantes de su mala absorción. Por otro lado, se señala que la velocidad de absorción del fósforo por parte de las plantas se halla influida por la disponibilidad del nitrógeno, el cual sufrió un decremento durante el ciclo (**Cuadro 5**).

Con el K, Ca y Mg se identificaron decrementos ya que el cultivo se encontraba iniciando la etapa productiva, por lo tanto, las demandas nutrimentales fueron mayores, esto se corrobora con lo mencionado por Lara (1999), quien indica que la relación mutua entre los aniones y los cationes debe corresponder a la que demandan las plantas por lo que estas relaciones deben ser modificadas en cada una de las etapas fenológicas, y reporta que las relaciones de  $\text{NO}_3^-$ : ( $\text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{SO}_4^{2-}$ ) y  $\text{K}^+$ : ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{NH}_4^+$ ) disminuyen al pasar de la etapa vegetativa a la productiva y de esta a la del desarrollo del fruto. Para el caso de Potasio, Thompson *et al.* (1982) señalan que las plantas requieren cantidades de K relativamente importantes y con frecuencia, el potasio disuelto es fundamental debido a su inmediata y completa disponibilidad; sin embargo, la cantidad presente en la solución del suelo es demasiado exigua para cubrir las necesidades de las plantas. De tal manera que este elemento se debe aplicar continuamente para evitar deficiencias nutricionales de las plantas.

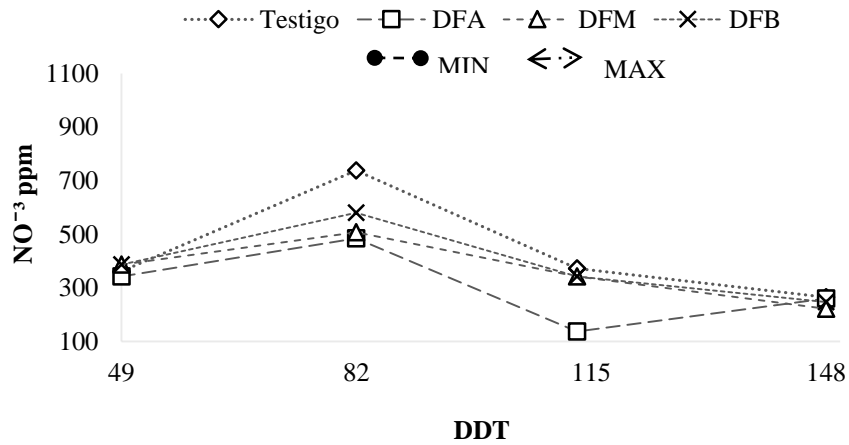
Los micro-elementos que presentaron decrementos fueron Fe, Mn (Testigo y DFA), Cu (Testigo y DFM) y donde se presentaron incrementos fue en Zn, Mn (DFM y DFB) y Cu (DFA y DFB), sin embargo, se mantuvieron por encima de las concentraciones recomendadas por Fernández *et al.* (2008) las cuales son para Fe: 1.50 ppm, Mn: 0.80 ppm, Cu: 0.06 ppm y Zn 0.30 ppm. Núñez (2007) menciona que el exceso de metales como Cu, Mn y Zn en forma aprovechable en el suelo puede ocasionar deficiencia de Fe por antagonismo en su absorción por las plantas. Los

decrementos de Cu son comunes en los suelos orgánicos debido a la formación de complejos muy estables del metal con la materia orgánica (Nuñez, 2007).

Kyrkby *et al.* (2008) mencionan que los elementos con funciones específicas y esenciales en el metabolismo de las plantas se clasifican, según su función en la planta y conforme a sus requerimientos para el adecuado crecimiento y producción, en dos grupos macronutrientes y micronutrientes donde el Fe, Mn y Cu son constituyentes de enzimas y se involucran en el transporte de electrones en la fotosíntesis, el Mn y Zn son activadores enzimáticos, el Mn, Zn y Mo están involucrados en la tolerancia al estrés, mientras que el Cu, Mn, Zn y B se encuentran involucrados en el crecimiento reproductivo como la inducción de la floración, polinización y amarre de frutos, el B y Zn son constituyentes de paredes y membranas celulares.

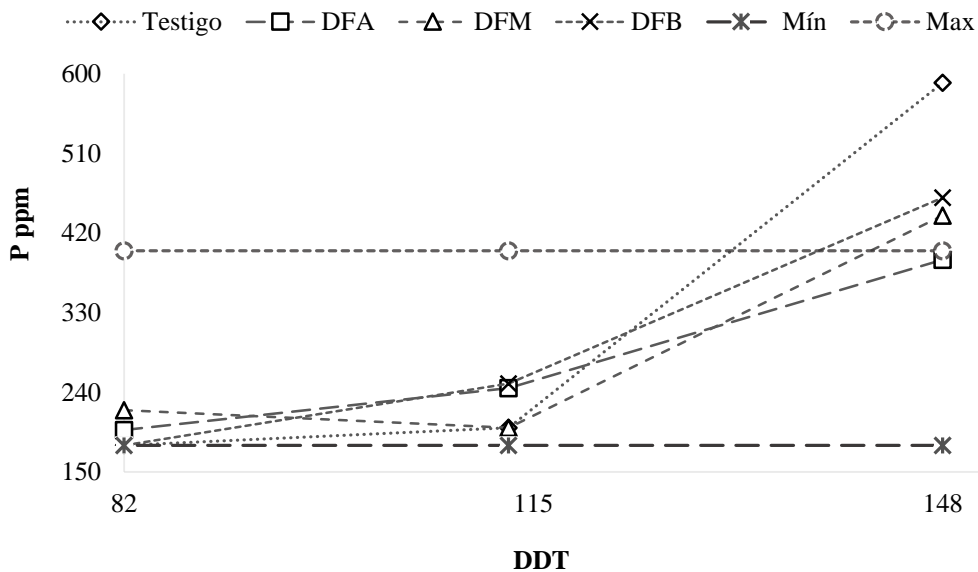
### **Monitoreo nutrimental en planta**

Nitrógeno: La dinámica del  $\text{NO}^{-3}$  muestra que la mayor concentración (737.5 ppm) se presentó a los 82 DDT en el testigo y la menor a los 148 DDT en la DFM (222.5 ppm), la concentración en la DFA presentó comportamiento ascendente de los 49 a los 82 DDT, sin embargo; posteriormente registró a los 113 DDT con 137.5 ppm y finalizó con 260 ppm. Los resultados indican que la reducción en la concentración de  $\text{NO}^{-3}$  a partir de los 80 DDT se debe principalmente a la mayor demanda que se presentó en la etapa de floración y fructificación. Las concentraciones de  $\text{NO}^{-3}$  a los 49 DDT se encontraron en un intervalo de 342.5 a 387.5 ppm, concentración por debajo de los niveles de recomendados (600-1 000 ppm a los 25 a 75 DDT) por Castellanos *et al.* (2009) (**Figura 1**). En cosecha (>90 DDT), se registraron valores inferiores a los niveles recomendados (600 a 800 ppm), con 137.5 ppm como mínima y 580 ppm como máxima. Sin embargo, Ojo de agua citado por Martínez (sf) indica que los valores recomendados de  $\text{NO}^{-3}$  son de 500-800 ppm entre los 15–30 DDT y de 400–800 ppm de los 45-82 DDT, por lo que, los niveles registrados en este trabajo se encuentran dentro de las concentraciones recomendadas, pero a partir de los 82 días, los niveles caen por debajo de los niveles mínimos de referencia, lo que da pauta para predecir el comportamiento generalizado del cultivo en función de los tratamientos a favor de la conformación de una planta generativa débil.



**Figura 1.** Comportamiento del N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup> en la planta de jitomate obtenido por ECP

Fósforo: En todos los tratamientos el comportamiento de P mostró aumento progresivo a través del tiempo (**Figura 2**). A los 82 DDT el Testigo y DFB tuvieron la concentración más baja con 180 ppm, pero a los 148 DDT alcanzaron la mayor concentración con 590 y 460 ppm, respectivamente. Por otro lado, la DFA inicio con una concentración de 198 ppm (82 DDT), aumentó 48 ppm a los 113 DDT y 145 ppm a los 148 DDT. A los 82 DDT la DFM mostró una concentración de 220 ppm, a los 113 DDT mostró un decremento de 20 ppm y a los 148 DDT incrementó 240 ppm. Los niveles de P estuvieron con suficiencia conforme a lo reportado por Castellanos *et al.* (2009) encontrando que la mayoría de las determinaciones se ubicaron dentro de los límites (180-400 ppm) aun cuando existen algunas diferencias asociadas a los tratamientos.

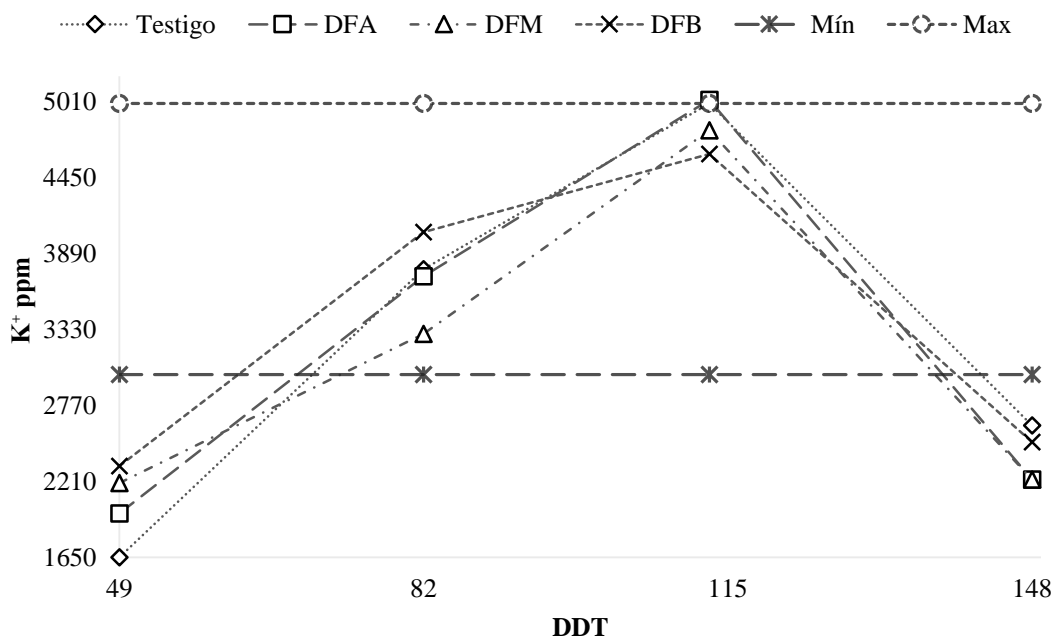


**Figura 2.** Comportamiento del P en la planta de jitomate obtenido mediante ECP.

Las concentraciones de P a los 82 DDT se encontraron en un intervalo de 180 a 220 ppm, los cuales coinciden con lo mencionado por Castellanos *et al.* (2009), quienes indican que las concentraciones recomendadas a partir de los 75 DDT son de 180 a 400 ppm, sin embargo, en los resultados se

observa que a los 148 DDT las concentraciones fueron superiores. Por otro lado, Llanderal (sf) indica que la concentración mínima es de 13 ppm y la máxima 223 ppm. Castellanos *et al.* (2009) menciona que la concentración de P es de 200–400 ppm durante todo el ciclo de cultivo.

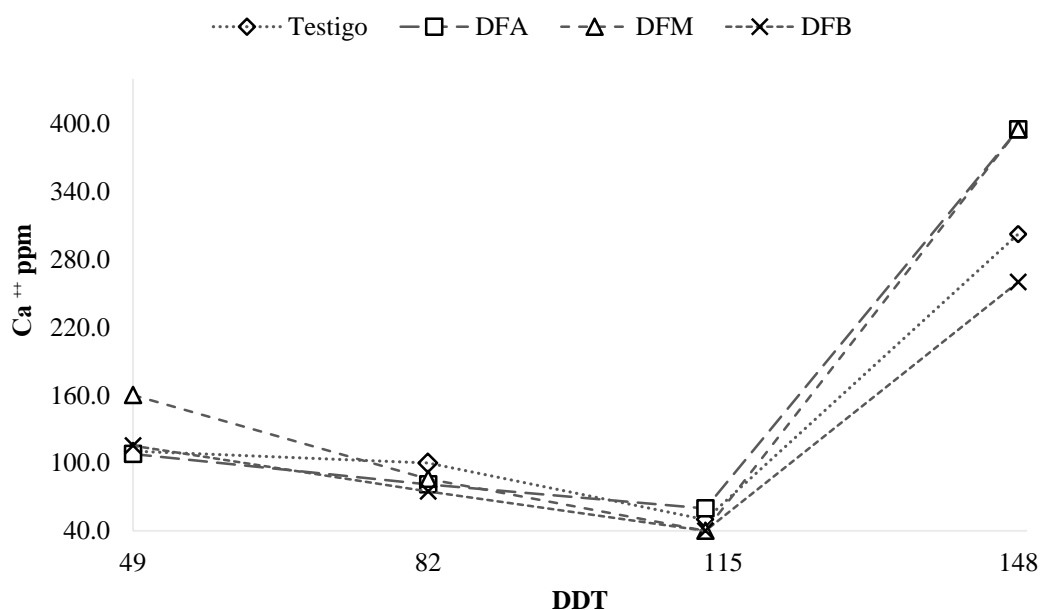
Potasio: La mayor concentración de  $K^+$  a los 49 DDT se registró en la DFB con 2,325 ppm, seguida de la DFM con 2,220 ppm, la DFA con 1,975 ppm y en el testigo con 1,650 ppm. A los 82 DDT, la DFB en comparación con los demás tratamientos registró 4,050 ppm (**Figura 3**). Todos los tratamientos mostraron un comportamiento similar a los 113 DDT, excepto en el testigo y en la DFB. A los 148 DDT, la concentración en todos los tratamientos estuvo entre 2,230 y 2,650 ppm. El entendimiento de la dinámica de la concentración de los niveles de  $K^+$  podrán ser tomados como referencia para el manejo de la fertilización en el cultivo de jitomate.



**Figura 3.** Comportamiento de  $K^+$  en la planta de jitomate, obtenido mediante ECP.

El K registró concentraciones de 1,650 a 2,325 ppm a los 49 DDT, concentración por debajo de los niveles recomendados por Castellanos *et al.* (2009), que oscilan entre 3,000 y 4,000 ppm, entre los 50 y 75 DDT, y en cosecha las concentraciones recomendadas oscilan de 3,500 a 5,000 ppm, no obstante, los niveles registrados a partir de los 82 DDT hasta los 113 DDT están dentro de los niveles de referencia recomendados, pero a partir de los 148 DDT los niveles mostraron una disminución. Mientras que Llanderal (sf) menciona que la concentración mínima esta entre 3,010 y 6,457 ppm. Los resultados obtenidos muestran que se alcanzó la mínima concentración a los 82 y se mantuvo por encima hasta los 113 DDT. Ojo de agua citado por Martínez (sf), indica que la concentración recomendada para K es de 3,000 – 4,000 ppm durante el ciclo de cultivo.

Calcio: En todos los tratamientos la concentración inicial de  $\text{Ca}^{+2}$  fue similar, la diferencia entre la DFM y DFB fue de 120 ppm (**Figura 4**). La mayor concentración de  $\text{Ca}^{+2}$  que se registró a los 49 DDT en la DFM (160 ppm), a los 82 DDT (100 ppm) en el Testigo, a los 113 DDT se registraron las concentraciones más bajas, sin embargo, a los 148 DDT se incrementaron a 395 ppm en la DFA y DFM.



**Figura 4.** Comportamiento de  $\text{Ca}^{+2}$  a partir del EC de la planta en diferentes periodos.

Las concentraciones registradas difieren a lo reportado por Llanderal (sf), que indica como concentración mínima 4 094 ppm y como máxima 7 557 ppm. De igual manera cabe mencionar que la deficiencia de  $\text{Ca}^{+2}$  se caracteriza por una reducción en el crecimiento de los tejidos meristemáticos, la deficiencia ocurre primeramente en los meristemos apicales y hojas jóvenes debido a que el  $\text{Ca}^{+2}$  es muy poco móvil en la planta. Las deficiencias de  $\text{Ca}^{+2}$  pueden ocurrir debido a la reducción en la tasa de transpiración ocasionada por la alta humedad relativa, días nublados o poca disponibilidad de agua.

Algunos nutrimentos como el N, P y K pueden fácilmente movilizarse de las hojas maduras a las que están en pleno crecimiento. Otros nutrimentos como el Ca, B y Fe son generalmente inmóviles en la mayoría de las plantas (Alcántar *et al.*, 2007).

#### **Comportamiento agronómico.**

Hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.01$ ) en las variables número de hojas (NH) y número de frutos (NF). Mientras que en la altura de planta (AP), diámetro de tallo (DT), distancia entre racimos (DER), número de racimos (NR) y rendimiento (REN) no existió diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.01$ ), tal como muestra el **Cuadro 6**.

**Cuadro 6.** Comparación de medias de variables agronómicas registradas en jitomate en el ciclo otoño-invierno 2018.

Tratamiento	AP (m)	NH	DT (cm)	DER (cm)	NR	NF	REN (kg m <sup>2</sup> )
Testigo	3.54 a <sup>†</sup>	49.50 ab	1.30 a	22.50 a	15.00 a	240.75 a	21.17 a
DFA	3.44 a	50.25 a	1.22 a	22.75 a	14.75 a	215.75 ab	21.15 a
DFM	3.59 a	47.00 c	1.25 a	23.00 a	14.50 a	194.00 b	18.75 a
DFB	3.59 a	47.25 bc	1.17 a	23.00 a	14.25 a	197.75 b	18.20 a

<sup>†</sup>Letras iguales en la misma columna indica que no hay diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ).

Los resultados obtenidos muestran que el Testigo y la DFA presentaron el mayor NH con 50 y el menor fue en la DFM y DFB con 47. La dinámica de formación de hojas de los 14 a los 105 DDT fue similar en todos los tratamientos y partir de los 112 DDT se mostraron diferencias. Nuñez *et al.* (2012) a los 180 DDT encontraron que plantas de tomate cultivadas en invernadero acumularon 53.4 hojas, ligeramente por encima de lo presentado por las plantas de este estudio que acumularon 50 hojas hasta los 154 DDT, estas diferencias pudieron deberse a los DDT en que se cuantificó el número de hojas.

En lo referente al número de frutos (NF), el Testigo registro el mayor número de frutos (241) y no mostró diferencia significativa con la DFA con 216 frutos (**Cuadro 6**).

No hubo diferencias significativas en altura de planta ( $P > 0.05$ ). En general, todas las plantas presentaron un buen desarrollo con una AP superior a los 3.2 m. Los resultados obtenidos difieren de lo reportado por Rodríguez *et al.* (2007) quienes indican que la altura de planta se reduce en tratamientos con fertilización orgánica, mientras que Márquez *et al.* (2013) mencionan que en general los macro-elementos contenidos en la composta no son suficientes para igualar la altura final de la planta que se alcanza con la fertilización convencional. En tanto, Cifuentes *et al.* (2013) mencionan que la altura o crecimiento de planta no fue influenciado por los tratamientos de fertilización utilizando mezclas de compost y fertilizante inorgánico. Por otra parte, Nuñez *et al.* (2012) encontraron que la máxima altura que alcanzó en plantas de tomate producidas en invernadero fue de 2.86 m en un periodo de 180 días.

Para la variable diámetro de tallo (DT) no hubo diferencias significativas ( $P > 0.05$ ). Los resultados indican que el tamaño del DT está en función de las dosis de fertilización (**Cuadro 6**), así el menor DT se registró en la DFB (1.17 cm) y el mayor en el Testigo (1.30 cm). Estos resultados difieren de lo mencionado por Siavichay (2011) quién al evaluar diez cultivares de jitomate con la misma dosis de fertilización no encontró diferencias significativas de DT a los 45 DDT, pero si a los 90

DDT. Asimismo, Castellanos *et al.* (2009) mencionan que el DT tiende a reducirse cuando se presentan deficiencias de N.

No hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ) para la distancia entre racimos (DER). La DER en todos los tratamientos fue en promedio de 22.75 cm. Los resultados obtenidos difieren de lo reportado por Siavichay (2011) y son similares a los de Moreno (2008) quien reporta una media de 23.15 cm.

Para el número de racimos (NR) no mostró diferencias significativas ( $P>0.05$ ). Lo anterior indica, que las dosis de fertilización aplicadas presentaron respuestas similares para el crecimiento de las plantas. Vázquez *et al.* (2012) mencionan que las condiciones ambientales tales como concentraciones bajas de CO<sub>2</sub> y temperaturas altas, incrementa el número de frutos y número de racimos. Cifuentes *et al.* (2013) al hacer un estudio del efecto de la sustitución parcial de fertilizante inorgánico por compost sobre el rendimiento y calidad del tomate, señalaron que al finalizar el ciclo produjo de 1 a 2 racimos más por planta en el tratamiento con fertilizante inorgánico.

En el rendimiento (REN) no hubo diferencias significativas ( $P>0.05$ ). Las DF muestran una tendencia a la mejora del rendimiento en función del incremento de las dosis de fertilización, de esta manera, la DFA produjo 21.11 kg m<sup>2</sup>, DFM con 18.75 kg m<sup>2</sup> y la DFB 18.20 kg m<sup>2</sup> (**Cuadro 6**). Por su parte, el Testigo presentó los mayores valores en rendimientos con 21.17 kg m<sup>2</sup>, pero este no fue significativamente diferente. Los resultados obtenidos superan a los reportados por Cano *et al.* (2004) quienes obtuvieron rendimiento de 17.36 kg m<sup>2</sup> bajo producción orgánica. Márquez *et al.* (2008) mencionan que al producir tomate orgánico en invernadero se supera en 9.14 veces los rendimientos obtenidos en campo. Sin embargo, Atiyeh *et al.* (2000a) y Atiyeh *et al.* (2000b) al evaluar el efecto de vermicomposta y composta en el crecimiento de la planta en sustrato y suelo indican que el usar más de 20% de composta en el sustrato se presentan decrementos en el rendimiento de la planta.

En todos los tratamientos se registraron las mínimas concentraciones de CO<sub>2</sub> (350 ppm), en temperaturas superiores a 30 °C durante 100 días. Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Vázquez *et al.* (2012) que con concentraciones de CO<sub>2</sub> bajas (400 ppm) y altas temperaturas (40 °C) se incrementa el número de frutos. Por el contrario, Florido *et al.* (2015) mencionan que altas temperaturas tienen un efecto adverso sobre el crecimiento del tubo polínico en plantas con gran desarrollo vegetativo, por lo que, el número de racimos y el número de flores por racimos se reduce e inclusive no aparecen, lo que incide en la producción de frutos. En cuanto a la fertilización Cun *et al.* (2008) reportan que obtuvieron mayor número de frutos en plantas de tomate fertilizadas con humus de lombriz, lo que coincide con lo obtenido en la DFA y el Testigo que registraron la mayor cantidad de frutos.

López *et al.* (2005) reportan que con una temperatura media diaria de 18.5 °C y aporte de CO<sup>2</sup> (7.9 kg m<sup>2</sup>) provoca un aumento en la producción precoz y total. De Gelder *et al.* (2005) al comparar los rendimientos de tomate producidos en invernadero convencional e invernadero cerrado mencionan que el rendimiento puede incrementar un 22% en un invernadero convencional en comparación con un invernadero cerrado.

### Calidad postcosecha

El Diámetro polar (DP) y Diámetro ecuatorial (DE) no mostró diferencias significativas ( $P > 0.05$ ) entre tratamientos. En ambas variables el testigo presento los valores más altos (**Cuadro 7**).

**Cuadro 7.** Promedios de las variables diámetro polar y diámetro ecuatorial.

Tratamiento	DP (cm)	DE (cm)
Testigo	7.17 <sup>a</sup>	5.18 <sup>a</sup>
DFA	7.08 <sup>a</sup>	5.08 <sup>a</sup>
DFM	6.08 <sup>a</sup>	5.01 <sup>a</sup>
DFB	6.76 <sup>a</sup>	4.91 <sup>a</sup>

Los resultados de este estudio coinciden con lo mencionado por Márquez *et al.* (2013) quienes reportan diferencias no significativas en las variables diámetro ecuatorial y polar en frutos producidos con fertilización orgánica vs convencional, lo mismo reporta Cifuentes *et al.* (2013) y Vázquez *et al.* (2015) quienes no encontraron diferencias en diámetro polar y ecuatorial de frutos de tomate utilizando té de composta y composta en diferentes dosis.

Los valores de firmeza mostraron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre tratamientos en el racimo tres (r3), no así para el racimo uno (r1) y el racimo cinco (r5) (**Cuadro 8**).

**Cuadro 8.** Comparación de medias para la variable firmeza de fruto.

Tratamiento	(kg cm <sup>-1</sup> )		
	r1	r3 †	r5 †
Testigo	3.18 a †	4.64 a	2.89 a
DFA	3.19 a	4.26 ab	3.20 a
DFM	2.77 a	3.40 b	3.04 a
DFB	2.84 a	3.79 ab	3.21 a

†Letras iguales en la misma columna indica que no hay diferencia significativa según Tukey al 0.05 de probabilidad, r1= racimo 1, r3 = racimo 3, r5= racimo 5.

De los tres racimos evaluados, dos no mostraron deferencias significativas por lo que estos resultados concuerdan parcialmente con lo mencionado por Cifuentes *et al.* (2013) quienes no encontraron diferencias significativas en la variable firmeza de frutos producidos con fertilización orgánica vs convencional. Otra de las variables que influyen en la firmeza es la conductividad

eléctrica, en este sentido, Navarro (2012) no encontró diferencias significativas en frutos de tomate hidropónico producidos con agua residual ( $1.45 \text{ dS m}^{-1}$ ) y agua de pozo ( $0.42 \text{ dS m}^{-1}$ ).

Después de la apariencia visual, el factor más importante en la calidad es la firmeza, en este sentido, se hace mención a los frutos que alcanzan un color rojo con firmeza por encima de  $11 \text{ N}$  ( $9.8 \text{ N} = 1 \text{ kg}$ ) se consideran muy firmes y como consecuencia, tienen un periodo mayor de vida de anaquel, considerando lo anterior, los resultados del presente trabajo se encuentran sobre el valor reportado por estos autores, lo que da un indicativo de la calidad de los frutos en los tratamientos evaluados.

## CONCLUSIONES

El estado de fertilidad inicial de suelo fue influenciado por la fertilización de fondo, mientras que durante el ciclo productivo la concentración de N, Ca y Mg disminuyó en todos los tratamientos, este efecto es causa de la alta demanda durante la etapa en la que se encontraba el cultivo. Sin embargo, con la aplicación de fuentes orgánicas se mejoraron las condiciones químicas del suelo, así como el decremento en la concentración de sodio ( $\text{Na}^+$ ). El comportamiento agronómico fue similar en las tres dosis de fertilización orgánica, excepto en NH y NF que presentaron diferencias significativas donde la DFA y el Testigo presentaron mayor número de hojas y frutos.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), por apoyo económico brindado a través del proyecto con número SIGI: 167834791.

## LITERATURA CITADA

- Alcántar G.G., Trejo T.L., Fernández P.L., y Rodríguez M. Ma. de las N. 2007. Nutrición de cultivos. Alcántar G.G., Trejo T.L, Capítulo 2. Elementos esenciales. Mundi-Prensa México, S.A. de C.V. Colegio de Postgraduados. 7-47 p.
- Atiyeh R., M.; Arancon, N.; Edwards C., A. and Metzger J., D. 2000a. Influence of eartworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. *Bioresour. Technol.* 75:175-180.
- Atiyeh R., M.; Subler, S.; Edwards C., A.; Bachman, G. and Metzger J., D. 2000b. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiología* 44:579-590.
- Cano R.P., Moreno R.A., Márquez H.C., Rodríguez D.N., y Martínez C.V. 2004. Producción Orgánica de Tomate bajo Invernadero en la Comarca Lagunera. *Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura.* 110-122 pp.
- Casas C.A., y Casas B.E. 1999. Análisis de Suelo-Agua-Planta y su aplicación en la nutrición de cultivos hortícolas en la Zona Peninsular. 2a Edición. Caja Rural de Almería. 249 pp.

- Castellanos J.Z., y Ojodeagua J.L. 2009. Formulación de la Solución Nutritiva. In: Manual de producción de tomate en invernadero. Castellanos J.Z. (Ed.). Celaya Guanajuato, 2009. INTAGRI S.C. pp: 131-156.
- Castellanos J.Z., y Ojodeagua J.L. 2009. Manejo de la Fertirrigación del Tomate en Suelo. In: Manual de producción de tomate en invernadero. Castellanos J.Z. (Ed.). Celaya Guanajuato, 2009. INTAGRI S.C. pp:187-204.
- Cifuentes R., Colmenares AS. De León E., y González X. 2013. Efecto de la sustitución parcial de fertilizante inorgánico por compost sobre el rendimiento y la calidad del tomate de invernadero (*Solanum lycopersicum* L.) en Sololá. Revista de la Universidad del Valle de Guatemala. (23):25-34.
- Cun G.R., Duarte D.C., y Montero S.L. 2008. Producción orgánica de tomate mediante la aplicación de humus de lombriz y EcoMic® en condiciones de casa de cultivo. Reviste Ciencias Técnicas Agropecuarias. 17(3): 22-25.
- De Gelder, A., Heuvelink, E., y Opdam, J. J. G. 2005. Tomato yield in a closed greenhouse and comparison with simulated yields in closed and conventional greenhouses. Acta Horticulturae, 2005(691), 549-552.
- Fernández J.A., Paz M.R., Macián A.J., Arce O.E., y Fernández R.V. 2007. Productos alternativos para el control d la “Mosca blanca de los invernaderos” *Trialeurodes vaporariorum* (west.) (Hemiptera-aleirodidae) en tomate bajo cubierta. Tesis Profesional. Universidad Nacional de Tucumán. San Miguel de Tucumán. 284p.
- Florido B.M., y Álvarez G.M. 2015. Aspectos relacionados con el estrés de calor en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Revista Cultivos Tropicales. 36:77-95.
- Intagri. El nitrógeno y otros aspectos fundamentales en la nutrición orgánica de los cultivos. Extraído el 10 de octubre del 2015, desde: <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/nitrogeno-aspectos-fundamentales-enla-nutricion-organica>
- Kyrkby E., y Römheld V. 2008. Micronutrientes en la fisiología de las plantas, Funciones, Absorción y Movilidad. Espinosa J. Edición: 68. International Plant Nutrition Institute. 6p.
- Lara H.A.1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. Revista Terra.17 (3):221-229.
- Llanderal A., sf. Concentración de nutrientes en savia en cultivo de tomate bajo invernadero. 17.
- López C.J., Pérez C., Cabrera J., Gázquez JC., Pérez P.J., y Baeza E.2005. Respuesta productiva del tomate a la temperatura y CO2 en invernaderos de Almería. Estación Experimental de Cajamar “Las Palmerillas”.El Ejido-Almería España. 7p.
- Márquez H.C., Cano R.P. y Rodríguez D.N. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. Revista Agricultura Técnica de México 34 (1): 69-74.
- Martínez de la C.J. sf. Fertilización de hortalizas. Facultad de Agronomía, UANL. 19p.

- McKean, S. J. 1993. Manual de Análisis de Suelos y Tejido Vegetal. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 15-55
- Moreno R A, Zarate T, Valdés P M T. 2005. Desarrollo de tomate en sustrato de vermicomposta/arena bajo condiciones de invernadero. *Agric. Téc. (Chile)* 65:27-34.
- Navarro L.E.R., Nieto A.R., Corrales G.J., García M.del R., y Ramírez A.A. 2012. Calidad postcosecha en frutos de tomate hidropónico producidos con agua residual y de pozo. *Revista Chapingo serie Horticultura* 18 (3): 263-277.
- Núñez E.R. 2007. Nutrición de cultivos. Alcántar G.G., Trejo T.L, Capítulo 4. El suelo como medio natural en la nutrición de cultivos. Mundi Prensa México, S.A. de C.V. Colegio de Postgraduados. 93-157 p.
- Rodríguez D.N., Cano R.P., Favela C.E., Figueroa V.U., Paul A.V., Palomo G.A., Márquez H.C., y Moreno R.A. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 13(2):185-192.
- Siavicha B.MG. 2011. Aclimatación de 10 cultivares de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo. Tesis Profesional. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 117p.
- Vázquez C. MA., Jiménez G. SN., Torres P.I., Anaya U.I., Mendoza L. HJ., y Guevara G. RG. 2012. Comportamiento de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*) asperjadas con ácido salicílico cultivadas bajo diferentes condiciones climáticas en invernadero. Vázquez A. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Querétaro, Santiago de Querétaro, México. 9p.
- Vázquez V.P., García L. MZ., Navarro C. MC., y García H.D. 2015. Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 36: 0-6.

## EVALUACION DE GENOTIPOS DE TRIGO EN TRES CALENDARIOS DE RIEGO EN EL BAJÍO

María Rebeca Rendón-Reyes<sup>1-2\*</sup>; Ernesto Solís-Moya<sup>1</sup>; Lourdes Ledesma-Ramírez<sup>1-2</sup>; Brenda Karina Mendoza-Gómez<sup>1-2</sup>; Mariano Díaz-Ruiz<sup>1-2</sup> y Lidia Alejandra Rodríguez-Zermeño<sup>1-2</sup>.

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. A. P. 112 C. P. 38000 Celaya Gto., México. Tel: 01 800 088 2222. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya - Juventino Rosas Km.8, C.P. 38110 Celaya, Gto., México. Tel: 01 461 611 5903

\*Autor para correspondencia: [rebeca.rendon@hotmail.com](mailto:rebeca.rendon@hotmail.com)

### RESUMEN

En los ciclos OI 2016-2017, 17-18, 18-19 se evaluaron 7 genotipos de trigo en tres calendarios de riego a los 0-55, 0-45-75 y 0-45-75-100 días después de la siembra en el Campo Experimental Bajío del INIFAP. Los datos fueron sometidos a un análisis de varianza combinado, el estudio de la interacción se realizó con el modelo AMMI. Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias altamente significativas para calendarios de riegos (EUACICLO), variedades de trigo (GEN) y en la interacción genotipo por ambiente (EUACICLO\*GEN) para el carácter rendimiento de grano. La disminución de número de riegos redujo el rendimiento en los tres ciclos. El calendario de cuatro riegos superó el rendimiento de tres y dos riegos. Las variedades más destacadas para rendimiento en promedio de los tres calendarios fueron la 8 (IBIS M2016) y 31 (ANATOLY C2011), la primera superó con aproximadamente 700 kg ha<sup>-1</sup> al genotipo que presentó el rendimiento más bajo 5 (MAYA S2007) que obtuvo 5594 kg ha<sup>-1</sup>. El modelo AMMI retuvo el 97.95% de la suma de cuadrados total para rendimiento de grano. El Biplot mostró que los calendarios de tres y cuatro riegos clasifican a los genotipos de manera diferente y el de dos riegos de manera opuesta al de cuatro riegos.

*Palabras clave: Calendarios de riego, Rendimiento, Eficiencia del agua, Genotipo, Interaccion genotipo-ambiente.*

### ABSTRACT

In OI 2016-2017, 17-18, 18-19 cycles, 7 wheat genotypes were evaluated in three irrigation schedules at 0-55, 0-45-75 and 0-45-75-100 days after sowing in the Experimental Bajío Field of INIFAP. The data were subjected to a combined analysis of variance, the interaction study was carried out with the AMMI model. The results of the analysis of variance showed highly significant differences for irrigation schedules (EUACICLO), wheat varieties (GEN) and the genotype interaction by environment (EUACICLO \* GEN) for the grain yield character. The decrease in the number of risks reduced the yield in the three cycles. The four-water calendar exceeded the performance of three and two risks. The most outstanding varieties for average yield of the three calendars were 1 (CORTAZAR S94), 2 (URBINA S2007), 8 (IBIS M2016) and 31 (ANATOLY

C2011), surpassing the genotype presented by the approximately 700 kg ha<sup>-1</sup> lower yield 5 (MAYA S2007) that obtained 5594 kg ha<sup>-1</sup>. The AMMI model retained 97.95% of the total square sum for grain yield. The Biplot showed that calendars of three and four irrigations classify genotypes differently and that of two irrigations in a manner opposite to that of four irrigations.

**Keywords:** *Irrigation calendars, Yield, Water efficiency, Genotype, Genotype-environment interaction.*

## **INTRODUCCION**

Entre los principales problemas que afectan la producción de trigo en El Bajío está la escasez de agua. En esta región el balance hidráulico subterráneo presenta un déficit de más de 900 millones de m<sup>3</sup>, debido a una alarmante sobreexplotación del acuífero (más de 16,000 pozos en operación), que está ocasionando un abatimiento de 3 a 6 m año<sup>-1</sup> (Flores-Lui, 2000). Flores-López y Scott (2000) midieron en Guanajuato los volúmenes de agua tanto de pozos como en gravedad para el ciclo agrícola Otoño-Invierno 1998/99. Las láminas estimadas fueron de 1.35, 1.48, 0.53 y de 0.86 m para trigo/cebada, alfalfa, brócoli y otros cultivos, respectivamente. Para conservar el ambiente de riego en El Bajío es urgente desarrollar tecnología que disminuya las láminas de agua a los cultivos. La necesidad hídrica del cultivo de trigo durante su ciclo es de 450 a 500 mm de agua, aproximadamente (Bast *et al.*, 2005), con una eficiencia de transpiración de aproximadamente 20 kg de grano por hectárea por cada milímetro de agua transpirada (Vera, 2011), valor que es altamente dependiente del número de granos por unidad de superficie. Usualmente la planta de trigo se encuentra sometida a una combinación de estreses, pudiendo existir un sinergismo entre ellos (Tambussi, 2004) afectándose la cantidad de plantas por m<sup>2</sup> y adelantándose el desarrollo del cultivo lo que deriva en un menor rendimiento (González, 2012). Al existir estrés hídrico en el suelo la absorción de nutrientes se ve afectada (Amézquita, 1998; Meléndez *et al.*, 2001; Bast *et al.*, 2005), la transpiración del cultivo, la producción de biomasa y la eficiencia fotosintética (Amézquita, 1998; Meléndez *et al.*, 2001; Acevedo *et al.*, 2002; Pergolini *et al.*, 2004; Bast *et al.*, 2005), repercutiendo de esta manera en una disminución del número y peso de los granos, lo que se traduce en un menor rendimiento (Pergolini *et al.*, 2004; Tambusi, 2004). El objetivo de este trabajo fue medir el efecto de tres calendarios de riego sobre el rendimiento en siete genotipos de trigo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento se realizó en el Campo Experimental Bajío (CEBAJ) del INIFAP, ubicado en el Km 6.5 de la carretera Celaya – San Miguel de Allende, en Celaya Gto, cuya localización geográfica se encuentra aproximadamente a 20° 32' Latitud Norte; 100° 48' Longitud Oeste; y una altura de 1752 msnm. El clima característico del área donde se encuentra el CEBAJ presenta valores de precipitación media anual de 578 mm y temperatura media anual de 19.8 °C. Durante los ciclos 2016-2017, 17-18, 18-19 se estableció un ensayo con tres calendarios de riego: dos, tres

y cuatro riegos (a los 0-55, 0-45-75 y 0-45-75-100 días después de la siembra). El experimento se analizó como una serie de experimentos con un diseño de bloques al azar. La parcela experimental estuvo formada por dos surcos de 3 m de largo separado a 75 cm. Las dosis de fertilización fueron de 240-60-00 para los calendarios de dos, tres y cuatro riegos, respectivamente. La mitad del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y la segunda mitad del Nitrógeno al primer riego de auxilio. Se evaluó rendimiento de grano (RG). A estos experimentos se les hizo una aplicación para el control de roya con el producto folicur. Se realizaron análisis de varianza combinados para las variables evaluadas y pruebas de comparaciones de medias (Tukey, 0.05) usando el programa estadístico SAS. El estudio de la interacción genotipo ambiente se realizó con modelo AMMI para el carácter rendimiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza combinado de los tres calendarios de riego en los tres ciclos detectó diferencias altamente significativas para los factores CICLO, CR (calendarios de riegos), GEN (Variedades), en las interacciones de primer grado de CR\*CICLO (calendarios de riegos por ciclos) y CR\*GEN en la interacción CICLOS\*GEN solo se observó diferencias significativa. En la interacción de segundo grado CR\*CICLO\*GEN no se observaron diferencias significativas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Cuadrados medios de la variable de rendimiento en kg/ha de tres calendarios de riego en tres ciclos de siembra.

FV	GL	CM REND
CICLO	2	32819987.1 **
CR	2	78169162 **
GEN	6	1724734.8 **
REP	2	523053.2
CR*CICLO	4	2892690.7 **
CICLO*GEN	12	361437.1 *
CR*GEN	12	1270535.1 **
CR*CICLO*GEN	24	132036.6
Error	124	178751.2
Total	188	
CV		7.09
MEDIA		5965.27

GL = grados de libertad; CM = cuadrados medios; REND = rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>; \*\* =diferencias altamente significativas; \* =diferencias significativas; CV =coeficiente de variación, CR = calendarios de riegos, GEN = variedades de trigo.

En el Cuadro 2 se presenta las comparaciones de medias para ciclos de siembras con la variable Rendimiento. Se observó que el ciclo 17-18 superó estadísticamente (Tukey  $\leq 0.05$ ) a los rendimientos obtenidos en los ciclos 16-17 y 18-19 con 1208 y 1208 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente.

**Cuadro 2.** Comparaciones de medias de 3 ciclos de siembra.

CICLO	Rend kg ha <sup>-1</sup>
16-17	5589 b
17-18	6797 a
18-19	5509 b
DMS	178

Rend kg ha<sup>-1</sup> = rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>; DMS = diferencia mínima significativa, a, b = grupos de medias por Tukey.

En el Cuadros 3 se presenta las comparaciones de medias para calendarios de riegos con la variable Rendimiento Kg ha<sup>-1</sup>. Se observó que el calendario de cuatro riegos obtuvo el mayor rendimiento en comparación con los calendarios de dos y tres riegos; el calendario de tres riegos fue superior al de dos riegos.

**Cuadro 3.** Comparaciones de medias de 3 calendarios de riegos.

CR	Rend kg ha <sup>-1</sup>
EUA2	4804 c
EUA3	6065 b
EUA4	7025 a
DMS	178

Rkg ha<sup>-1</sup> = rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>; DMS = diferencia mínima significativa; a, b, c = grupos de medias por Tukey.

El Cuadro 4 se presenta los valores medios de los 7 genotipos evaluados a través de los tres calendarios de riegos para la variable Rendimiento. La variedad Ibis M2016 obtuvo el mayor rendimiento con 6293 kg ha<sup>-1</sup> superando a la variedad Anatoly C2011 con 5706 kg ha<sup>-1</sup> quien obtuvo el segundo lugar en mayor rendimiento. Dentro de las variedades que obtuvieron el valor más bajo se encuentra Maya S2007 con 5595 kg ha<sup>-1</sup> y Salamanca S75 con 5706 kg ha<sup>-1</sup>. La variedad Ibis M2016 mostró ser la mejor en cuanto rendimiento estadísticamente.

**Cuadro 4.** Comparaciones de medias de las variedades de trigo.

GEN	Rend kg ha <sup>-1</sup>
Cortázar S94	6048 abc
Urbina S2007	6012 abc
Maya S2007	5594 d
Bárcenas S2002	5898 bcd
Ibis M2016	6292 a
Salamanca S75	5706 cd

Anatoly C2011

6204 ab

DMS

344

Rend kg ha<sup>-1</sup> = rendimiento en kg ha<sup>-1</sup>; DMS = diferencia mínima significativa; a, b, c = grupos de medias por Tukey.

### **Análisis de la interacción número de riegos por genotipo con el carácter rendimiento de grano**

Para explicar la interacción NR\*GEN (interacción genotipo ambiente) de los análisis combinados se empleó la rutina de programación AMMI descritas por Vargas y Crossa (2000). Los calendarios de riegos, los genotipos y la interacción explicaron 87.59, 3.88 y 8.53 % respectivamente de la suma de cuadrados del modelo (Cuadro 5). El modelo AMMI indicó que el primer eje del CP explicó el 62.13 % de la SC de la interacción. El segundo componente explicó el 26.95 %. El modelo AMMI retuvo el 97.95 % de la SCT (ambiente + genotipo + interacción) utilizando 62 grados de libertad (8 para ambientes, 6 para genotipos y 48 para Componentes principales). El estudio de la interacción realizado con el AMMI se complementó con el empleo del biplot (Figura 1).

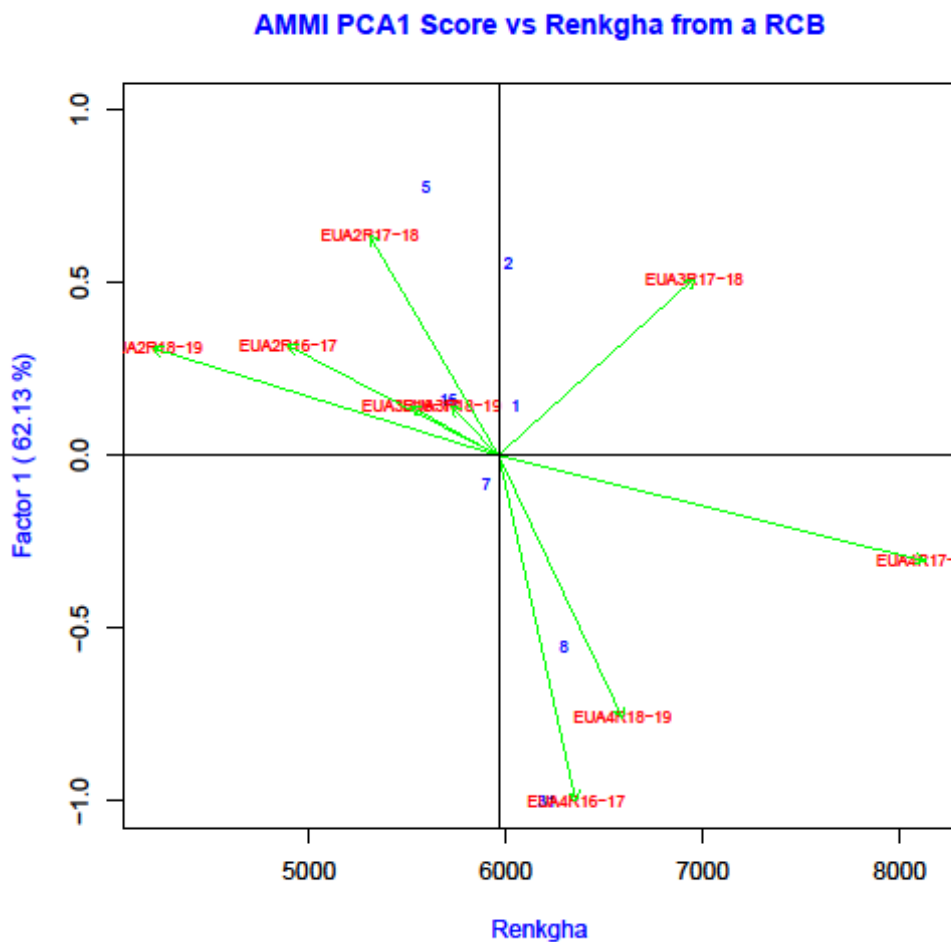
**Cuadro 5.** Análisis de varianza AMMI de 7 genotipos de trigo en 9 ambientes.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>%SC</b>
AMB	8	233549061	87.59
GEN	6	10348409.1	3.88
AMB*GEN	48	22752545.6	8.53
PC1	13	14135798.3	62.13 **
PC2	11	6131726.93	26.95 **
PC3	9	1603470.94	7.05
PC4	7	471061.626	2.07
PC5	5	396100.887	1.74
PC6	3	14386.9216	0.06
PC7	1	0	0

FV = fuente de variación; GL = grados de libertad; SC = suma de cuadrados; %SC = porcentaje de la suma de cuadrados; AMB = ambientes; GEN = genotipos; CP = componente principal.

La Figura 1 es la representación gráfica (gráfico biplot) de variedades y número de riegos, donde, en el eje de las “x” se lee el rendimiento de grano de los genotipos y el calendario de riegos, en el eje de las “y” se mide la estabilidad de los mismos, es decir, aquellos con valores cercanos a cero son estables, mientras los que presentan valores altos del primer componente principal (CP1) son inestables. La línea perpendicular a este eje indica el rendimiento medio, a la izquierda del eje de las x’s se grafican las entradas con menor rendimiento y a la derecha se localizan los genotipos y ambientes de mayor rendimiento en la figura se observa que, los genotipos 8 (Ibis M2016) y 31 (Anatoly C2011) obtuvieron los mayores rendimientos de grano. Cortazar S94 y Urbina S2007

obtuvieron rendimientos superiores a la media, en cambio, los genotipos 7 (Bárceñas S2002), 5 (Maya S2007) y 16 (Salamanca S75) obtuvieron rendimientos inferiores a la media. En el calendario de cuatro riegos (EUA4R17-18) los genotipos expresaron el mayor rendimiento y en el calendario de dos riegos (EUA2R18-19) registraron los rendimientos más bajos. El calendario de tres riegos (EUA3R17-18) obtuvo rendimientos superiores a la media. El calendario de riegos (EUA3R18-19) registro un rendimiento ligeramente menor a la media. La magnitud de los vectores de los calendarios de riego mostró que los calendarios de 4 y 2 riegos registraron la mayor variación en rendimiento. El ángulo de 90 grados entre los calendarios EUA4R17-18 y EUA3R17-18 indica que estos ambientes clasifican a los genotipos de manera diferente. En cambio, el ángulo de 180 grados entre los calendarios de dos 18-19 y cuatro riegos 17-18 indica estos ambientes clasificaron a los genotipos de manera opuesta. Los genotipos que tienen valores del CP1 (eje de las “y”) > 0, se adaptan bien a los calendarios de riegos que de igual forma tienen valores del CP1>0 (su interacción es positiva), pero responden negativamente a ambientes que tienen valores del CP<0. Lo contrario se aplica para los genotipos que tienen valores del CP1<0.



**Figura 1.** Análisis AMMI para componente principal 1 y rendimiento de grano (Renkgha) de 7 genotipos en 9 ambientes.

## CONCLUSIONES

Los mayores rendimientos se observaron en el calendario de cuatro riegos (0, 45, 75 y 100 días). El genotipo más destacado a través de los calendarios de riego fue el 8 (Ibis M2016) con un rendimiento promedio de 6293 kg ha<sup>-1</sup> seguido del trigo cristalino 31 (Anatoly c2011) con 6205 kg ha<sup>-1</sup>, con una diferencia aproximada a los 700 kg ha<sup>-1</sup> con el genotipo 5 (Maya S2007) que fue el que obtuvo el menor rendimiento. Los calendarios de cuatro y tres riegos clasificaron de manera diferente a los genotipos, en cambio, el calendario de dos riegos clasificó a los genotipos de manera opuesta al de cuatro riegos. La importancia de la evaluación genotipo x ambiente nos ayuda a precisar la selección de genotipos con adaptabilidad general y específica.

## LITERATURA CITADA

- ACEVEDO, E., M. OPAZO, P. SILVA y H. SILVA. 2002. Rendimiento, componentes de rendimiento y resistencia a sequía en trigo (*Triticum aestivum* L.). Disponible en: [http://www.sap.uchile.cl/descargas/publicacion/Rendimiento,componentesde\\_rendimiento\\_y\\_resistencia\\_a\\_se~1.pdf](http://www.sap.uchile.cl/descargas/publicacion/Rendimiento,componentesde_rendimiento_y_resistencia_a_se~1.pdf).
- AMÉZQUITA, E. 1989. Algunas consideraciones agroclimáticas y edáficas para uso y manejo integral de suelos. Programa Nacional de suelos. Instituto colombiano agropecuario (CNI). Tibaitatá, Bogota. Disponible en: [http://webpc.ciat.cgiar.org/suelos/e\\_nacionales/algunas\\_consideraciones\\_agroclimaticas.pdf](http://webpc.ciat.cgiar.org/suelos/e_nacionales/algunas_consideraciones_agroclimaticas.pdf).
- BAST, R., L. CASERES, H. CURRIE y M. MENDEZ. 2005. Evaluación del rendimiento de cultivo de trigo bajo riego y secano, con base azufrada y dosis crecientes de Nitrógeno. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. 3p.
- FLORES-LÓPEZ F. J. y SCOTT C. A. 2000. Superficie Agrícola Estimada Mediante Análisis de Imágenes de Satélite en Guanajuato, México. International Water Management Institute Serie Latinoamericana #15, México.
- FLORES-LUI, F. 2000. El programa de asistencia en riego, Guanajuato. Memorias 2o Simposium Internacional de Irrigación y Nutrición Vegetal. León, Guanajuato. 13-15 Julio del 2000.
- GONZÁLEZ, C. 2012. Efecto de los precultivos sobre el rendimiento y calidad de trigo (*Triticum turgidum* L. ssp. durum) en un ambiente de secano mediterráneo. Memoria Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 30p.
- MELÉNDEZ, L., J. LIZASO y R. RAMÍREZ. 2001. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre dos variedades de maíz (*Zea mays* L.) sometidas a exceso de humedad en el suelo. Bioagro 13(3): 111-116.

- PERGOLINI, S., C. CASTILLO y G. ESPÓSITO. 2004. Efecto de la fertilización sobre el consumo y la eficiencia de uso del agua del Cultivo de trigo. Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.
- TAMBUSSI, E. 2004. Fotosíntesis, fotoprotección, productividad y estrés abiótico: algunos casos de estudio. Memoria Doctorado en Biología. Universidad de Barcelona. Facultad de biología. Barcelona, España. 244p.
- VARGAS, H. M. AND J. CROSSA. 2000. El análisis AMMI y la gráfica del biplot en SAS. Unidad de biometría. CIMMYT. México. ([www.cimmyt.cgiar.org/biometrics](http://www.cimmyt.cgiar.org/biometrics)).
- VERA, R. 2011. Efecto de la dosis de siembra sobre el rendimiento y la calidad de trigo candeal (*Triticum turgidum* L. ssp. *Durum*) variedad Llaleta INIA, en condiciones de 33 secano mediterráneo. Memoria Ingeniero Agrónomo, Mención fitotecnia. Universidad de Chile, Escuela de pregrado. Santiago, Chile. 32p.

## MAPEO POR ASOCIACIÓN DE 419 LÍNEAS DE TRIGO (*Triticum spp.*) EN CICLO A FLORACIÓN

Miguel Ángel Gamucero-Zarate<sup>1-2\*</sup>; Ernesto Solís-Moya<sup>1</sup>; Lourdes Ledesma-Ramírez<sup>1-2</sup>; Brenda Karina Mendoza-Gómez<sup>1-2</sup>; María Rebeca Rendón-Reyes<sup>1-2</sup> y Lidia Alejandra Zermeño-Rodríguez.

<sup>1</sup> Campo Experimental Bajío-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. A. P. 112 C. P. 38000 Celaya Gto., México. Tel: 01 800 088 2222. <sup>2</sup> Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya - Juventino Rosas Km.8, C.P. 38110 Celaya, Gto., México. Tel: 01 461 611 5903 \*Autor por correspondencia: [mgamzar21@gmail.com](mailto:mgamzar21@gmail.com)

### RESUMEN

Una vez que el trigo satisface sus requerimientos de vernalización y fotoperíodo. Los genes de precocidad intrínseca o earliness per se (EPS) son relevantes para el ajuste fino de la espigazón del trigo y pueden afectar componentes de rendimiento, como el número de granos por planta, peso de mil granos y número de espiguillas por espiga (Lombardo, 2006) En el presente experimento se utilizó 419 líneas LTP obtenidas del cruzamiento entre criollos del banco de germoplasma con líneas elite del programa del mejoramiento de CIMMYT con el fin de mapear por asociación genes que influyen en la precocidad de las plantas de trigo haciendo la evaluación en días a floración. La evaluación fenotípica de días a floración fue tomada en cinco localidades, se hizo un análisis de datos fenotípicos, este se realizó con el programa Meta R v. 6.0 posteriormente se realizó una extracción de ADN genómico de hojas frescas recogidas de los 419 individuos usando el método modificado de CTAB y un estudio de asociación. Los datos fenotípicos de cada línea fueron utilizados para el análisis de asociación. Para la detección de QTL asociados a los días a floración se utilizó el método de Single Marker. A partir de los resultados del análisis se realizaron seis gráficas tipo “Manhattan”. Los histogramas dieron como resultados una frecuencia de 77 a 80 días a floración en las cinco localidades. Se utilizaron un total de 22,415 marcadores SNP polimórficos para estimar DL en todo el genoma. En el análisis de componentes principales y la matriz de parentesco se observa un patrón de correlación, finalmente en el mapeo por asociación se identificó 57 marcadores asociados con la variable de días a floración.

**Palabras clave:** Método de secuenciación DArTseq<sup>TM</sup>, Linked Top-cross Population (LTP), mapeo por asociación (MAT), días a floración.

### ABSTRACT

Once wheat meets your vernalization and photoperiod requirements EPS genes are relevant for fine tuning of wheat spike and can affect yield components, such as the number of grains per plant, weight of one thousand grains and number of spikelets per spike (Lombardo, 2006) In the present

experiment was used 419 LTP lines obtained from the cross between criollos of the germplasm bank with elite lines of the CIMMYT breeding program in order to map by association genes that influence the precocity of wheat plants by evaluating days to flowering. The phenotypic evaluation of days to flowering was taken in five locations, an analysis of phenotypic data was made and performed with the Meta R v program. 6.0 A genomic DNA extraction from fresh leaves collected from the 419 individuals was subsequently performed using the modified CTAB method and an association study. The phenotypic data of each line was used for association analysis. For the detection of QTL associated with the days of flowering, the Single Marker method was used (Collard et al., 2005). From the results of the analysis, six “Manhattan” type graphs were made. The histograms resulted in a frequency of 77 to 80 days at flowering in the five locations. A total of 22,415 polymorphic SNP markers were used to estimate DL throughout the genome. In the analysis of main components and the kinship matrix a good correlation pattern is observed, finally in the mapping by association it was identified that 57 markers were significant for the variable of days to flowering.

**Key words:** DArTseq<sup>TM</sup>, Linked Top-cross Population (LTP), association mapping (MAT), days to flowering

## INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum aestivum*) es un cultivo alimenticio básico que alimenta a aproximadamente el 30% de la población mundial y proporciona más del 20% de las calorías consumidas por los humanos (FAO, 2015)

Debido al rápido crecimiento de la población mundial y al cambio climático, los agricultores se enfrentan al desafío de aumentar la producción de trigo hasta un 70% para 2050 para satisfacer las demandas futuras (FAO, 2009; Ray *et al.*, 2013; Marcussen *et al.*, 2014) que necesita un aumento del rendimiento del 2.4% anual. Sin embargo, la tasa promedio mundial actual de aumento del rendimiento de los cultivos es de solo 0.9% por año, que es mucho más lenta que la tasa deseada (Ray *et al.*, 2013).

La etapa vegetativa posterior al espigamiento es la floración, en este momento la planta comienza el proceso de llenado de grano, esta etapa dura entre una y dos semanas. La etapa de floración se considera terminada cuando todos los estambres de una espiga se hacen visibles asomándose a través de las espiguillas.

La precocidad intrínseca o earliness per se (EPS) de trigo es el número mínimo de días a espigazón (DE) una vez que se satisfacen sus requerimientos de vernalización y fotoperíodo. Los genes de EPS son relevantes para el ajuste fino de la espigazón del trigo y pueden afectar componentes de rendimiento, como el número de granos por planta, peso de mil granos y número de espiguillas por espiga (Lombardo, 2006). El objetivo del presente trabajo es identificar a través de marcadores moleculares segmentos de ADN que estén asociados a la duración del ciclo a floración en 419 líneas de trigo harinero (*Triticum aestivum*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Germoplasma

Se utilizó 419 líneas LTP obtenidas del cruzamiento entre criollos del banco de germoplasma con líneas elite del programa del mejoramiento de CIMMYT.

### Evaluación en campo

La evaluación fenotípica de días a floración fue tomada en cinco localidades. En el ciclo otoño invierno (OI) 2015-16 en Villagrán latitud 20°33'10.195" norte, longitud 101°4'38.842" oeste; en Celaya, Guanajuato latitud 20°34'44.891" norte, longitud 100°49'9.509" oeste; y La Barca, Jalisco latitud 20°17'26.378" norte, longitud 102°32'44.958" oeste. Durante el ciclo PV 2016 los genotipos se evaluaron en Texcoco latitud 19°26'42.671" norte, longitud 98°54'2.003" oeste; y en Nanacamilpa, Tlaxcala latitud 19°29'41.997" norte, longitud 98°32'11.033" oeste. En el ciclo OI 2015-16 la parcela experimental consistió en dos surcos a doble hilo separados a 0.75 cm. La densidad de siembra fue de 46 kg ha<sup>-1</sup>, se aplicó un calendario de 5 riegos a los 0, 35, 65, 85 y 105 días después de la siembra; se fertilizó con la dosis 240-60-00 todo el fósforo y la mitad del nitrógeno a la siembra y el resto en el primer riego de auxilio. En el ciclo de PV2016 los genotipos se sembraron en hill plots utilizando 9 g por parcela. Se fertilizó con la fórmula 120-60-00, aplicando todo el fertilizante en la siembra.

### Análisis de datos fenotípicos

El análisis de datos fenotípicos se realizó con el programa Meta R v. 6.0 desarrollado por Alvarado *et al.* (2016) siguiendo el modelo lineal mixto descrito por Henderson (1984):

$$y = Xr + Za + Wb + e$$

donde:

$y$  es un vector de datos fenotípicos

$r$  es un vector de efectos fijos adicionados a la media general

$a$  es un vector de efectos genéticos aleatorios donde  $a \sim N(0, G)$  y  $G = A\sigma^2$  de  $a$ .

$b$  es el vector aleatorio de bloques

$e$  es el vector aleatorio de los residuos donde  $e \sim N(0, R)$  y  $R = I\sigma^2$  de  $e$

$r$  el vector  $r$  contempla todas las repeticiones de todas las localidades, esto es, el efecto de localidades y repeticiones dentro de localidades.

Con los BLUPs para días a floración se hicieron histogramas de frecuencias por localidad para analizar la dispersión de los 419 genotipos evaluados.

### Genotipificación

El ADN genómico se extrajo de hojas frescas recogidas de los 419 individuos usando el método modificado de CTAB (bromuro de cetiltrimetilamonio) (Hoisington D, 1994). La calidad del ADN y la concentración se determinaron por electroforesis en gel de agarosa al 1%. Se aplicó a todas las muestras un genotipado de alto rendimiento mediante el método de secuenciación DArTseq™

(Sansaloni *et al.*, 2011) en el Servicio de Análisis Genético para la Agricultura (SAGA) en el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) en México, apoyado por el Programa de Investigación del CGIAR. Se utilizó un método de reducción de la complejidad que incluía dos enzimas (PstI y HpaII) para crear una representación genómica del conjunto de muestras. El adaptador específico del sitio PstI-RE se marcó con 96 códigos de barras diferentes que permitían multiplexar una placa de microvaloración de 96 pocillos con cantidades equimolares de productos de amplificación para funcionar dentro de un solo carril en el instrumento Illumina HiSeq2500 (Illumina Inc., San Diego, CA). Los fragmentos amplificados con éxito se secuenciaron hasta 77 bases, generando aproximadamente 500.000 lecturas únicas por muestra. Posteriormente, los archivos FASTQ (lecturas completas de 77 pb) se filtraron con calidad usando un puntaje de calidad Phred de 30, que representan un 90% de precisión de llamada base para al menos el 50% de las bases. También se realizó un filtrado más estricto en secuencias de códigos de barras usando un puntaje de calidad Phred de 10, que representan el 99,9% de la precisión de la llamada base para al menos el 75% de las bases. Una fuente de información analítica propietaria desarrollada por DArT P/L se utilizó para generar llamadas alelo de SNP y presencia / ausencia de variación (PAV) marcadores. A continuación, se aplicó un conjunto de parámetros de filtrado para seleccionar marcadores de alta calidad para este estudio específico. Uno de los parámetros más importantes es la reproducibilidad media de los marcadores en repeticiones técnicas para un subconjunto de muestras que se fijó en 99,5%. Otro parámetro crítico de calidad es la tasa de llamadas. Este es el porcentaje de blancos que se pueden calificar como '0' o '1', el umbral se fijó en 50%.

La información genotípica se manejó en formato HapMap. El formato HapMap permite contener en un solo archivo la información de los SNPs (cromosoma y posición). En este caso la información de los marcadores se almacena en las filas y la información de los taxa en las columnas. Este formato fue utilizado en el análisis GWAS con el método Marcador único implementado con el programa TASSEL.

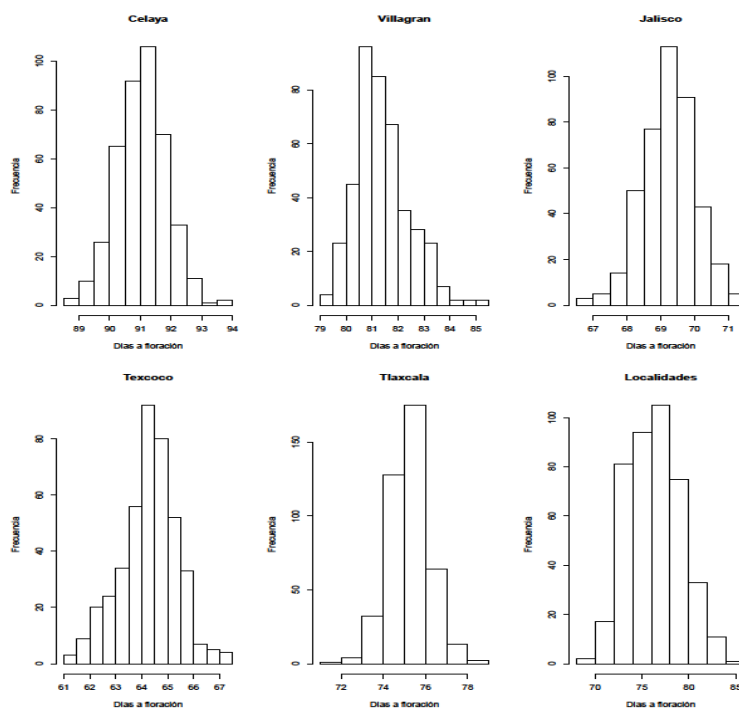
#### **Estudio de asociación para resistencia a días a floración.**

Los datos fenotípicos de cada línea fueron utilizados para el análisis de asociación. Para la detección de QTL asociados a los días a floración se utilizó el método de Single Marker (Collard *et al.*, 2005). Que ha sido ampliamente utilizado en análisis GWAS en plantas. A partir de los resultados del análisis se realizaron nueve gráficas tipo “Manhattan” que muestra los valores de p de acuerdo a su posición genómica y agrupados por cromosomas diferenciados por colores. En las gráficas los valores de p son transformados usando  $-\log_{10}(p \text{ valor})$  para una mejor visualización. El software que se utilizó para este estudio fue TASSEL V 5 para realizar el análisis GWAS basado en el modelo lineal mixto.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Evaluación fenotípica**

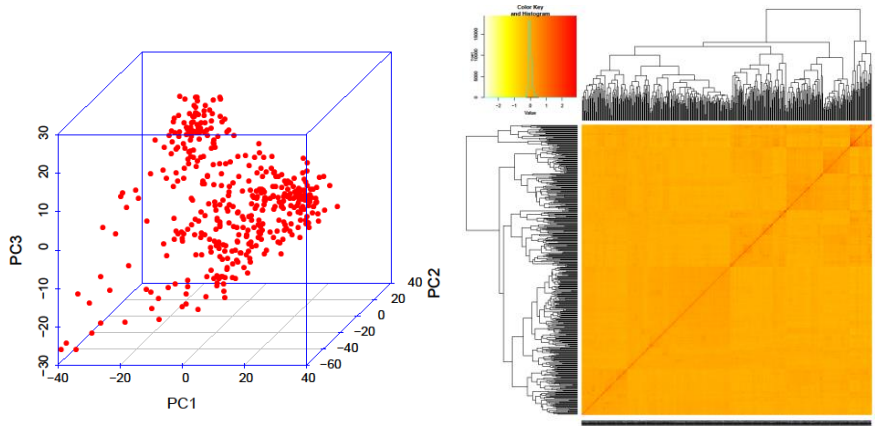
Para cada una de las cinco localidades se presenta un histograma además de un sexto histograma que combina los promedios de resultados por localidades (Figura 1). El eje de X mide los días a floración de las 419 líneas LTP, el eje de las Y describe la frecuencia (el número de líneas LTP que compartieron días a floración). En la localidad de Celaya los rangos fueron de 69 a 94 días y la clase más frecuente fue de 91 días, para la localidad de Villagrán obtuvo un rango de 79 a 85 y la clase más frecuente fue de 81 días, para Jalisco el rango fue de 67 a 71 días, la clase más frecuente fue de 69 días, Texcoco tuvo un rango de 61 a 67 días y la clase más frecuente fue de 64 días a floración y Tlaxcala obtuvo rangos de 72 a 78 días y la clase de mayor frecuencia fue de 75 días, finalmente el histograma a través de localidades tuvo un rango de 75 y 80 días, y la clase de mayor frecuencia fue de 77 días.



**Figura 1.** Distribución de frecuencias de BLUPs de días a floración de 419 genotipos evaluados en cinco localidades de México.

### Estructura poblacional y parentesco

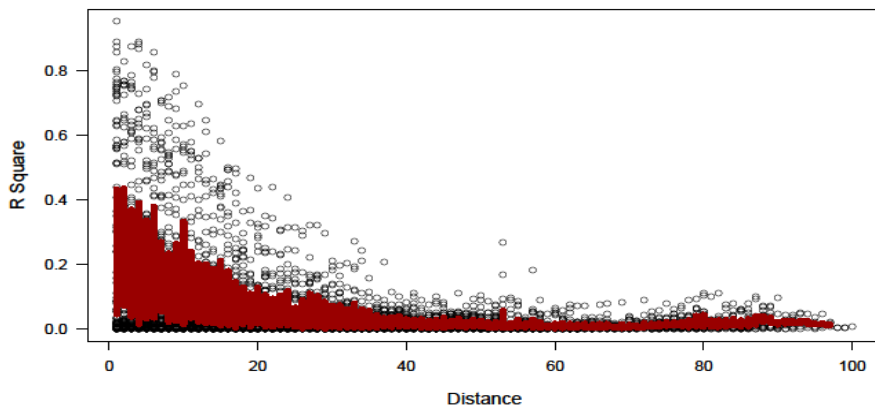
Se usó PCA (análisis de componentes principales) para visualizar los datos de la estructura de la población. Los primeros tres componentes se muestran en un gráfico tridimensional (Figura 2), donde se infirieron tres subpoblaciones; la matriz de parentesco se muestra como un "mapa de calor" (Figura 3), indicando la probabilidad de que dos individuos tengan el mismo alelo, es decir, el color rojo indica la correlación más alta entre pares de individuos y el amarillo indica la correlación más baja. También se muestra un árbol de jerarquía entre genotipos según su parentesco, en el que se distinguen tres grupos principales.



Estructura de la población y parentesco. Proyección virtual de CP en tres dimensiones (**Figura 2**). Proyección virtual de parentesco a través de un mapa de calor y árbol (**Figura 3**).

### Desequilibrio de ligamiento (LD)

Se utilizaron un total de 22,415 marcadores SNP polimórficos para estimar LD en todo el genoma. El valor crítico de  $r^2$ , en el que la desintegración de LD, junto con las distancias genéticas, se representaron mediante un diagrama de dispersión, basado en todas las comparaciones entre loci adyacentes (Figura 4). La distancia genética promedio a la cual el DL decayó en todo el genoma fue de 20 cM, a un valor de  $r^2 = 0.1$ .



**Figura 4.** Dispersión de todo el genoma LD para 419 líneas LTP

### Mapeo por asociación

En los gráficos Manhattan (Figuras 1, 2, 3, 4, y 5) podemos observar marcadores moleculares coloreados diferente según el numero de cromosoma en el que se localiza, tomando en cuenta el valor P, los marcadores de importancia son aquellos que se repiten por lo menos en 2 localidades y los cuales se encuentren con un valor P mayor, los marcadores con un valor P superior a todos los otros son conocidos como “marcadores helicóptero”.

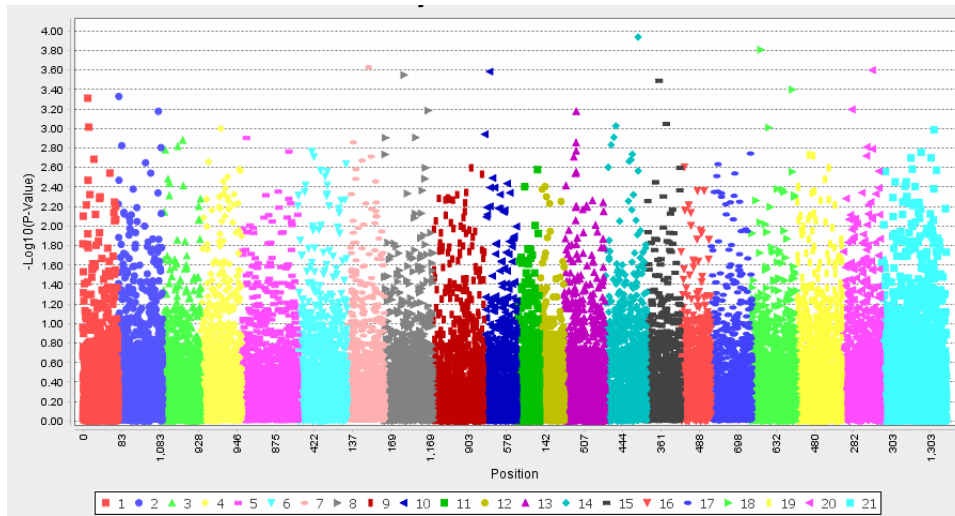


Figura 5. Grafico Manhattan para la localidad de Celaya

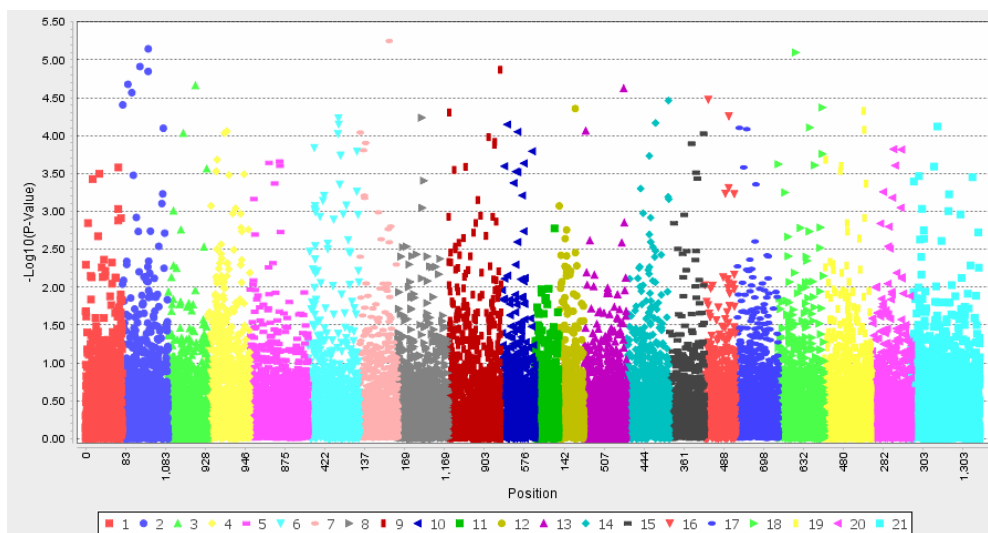


Figura 6. Grafico Manhattan para la localidad de Villagrán

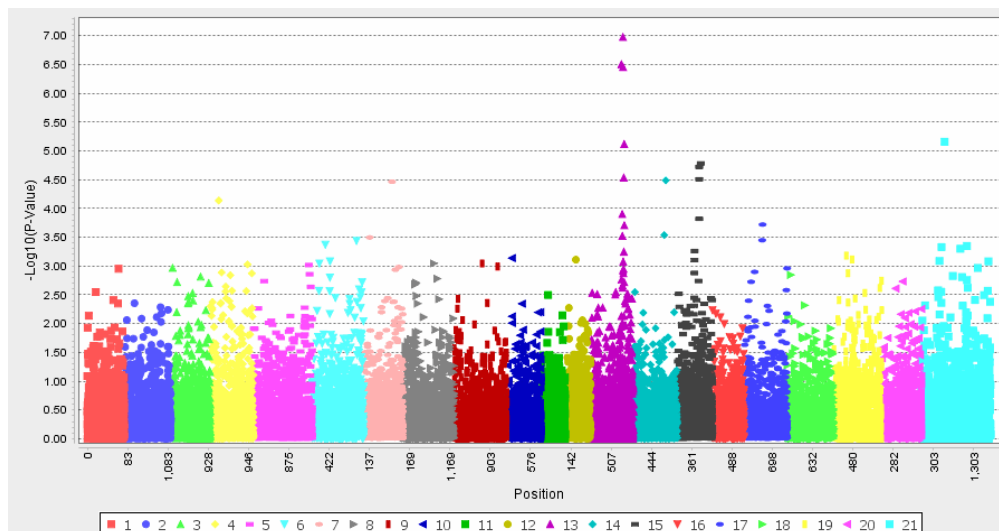
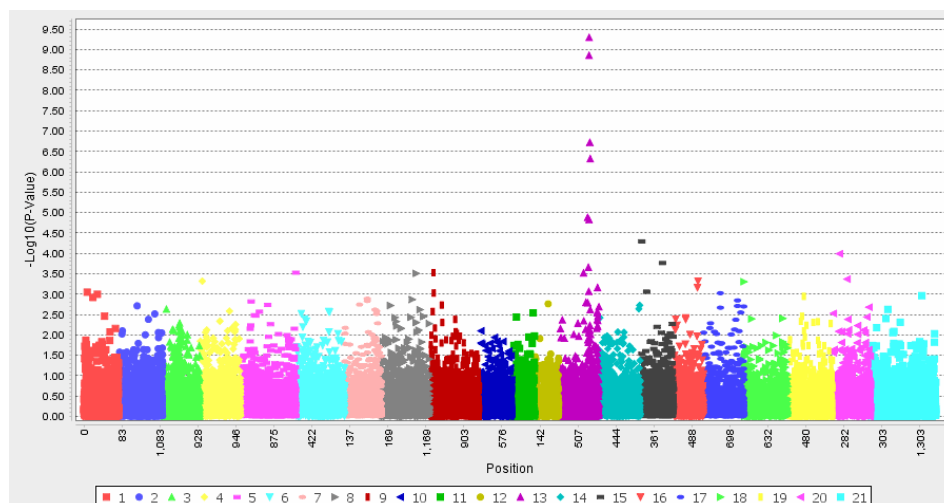
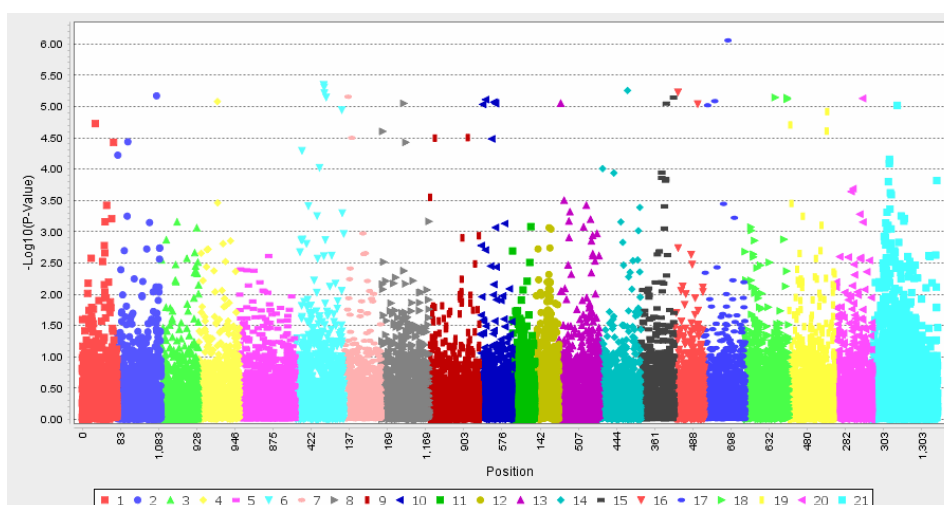


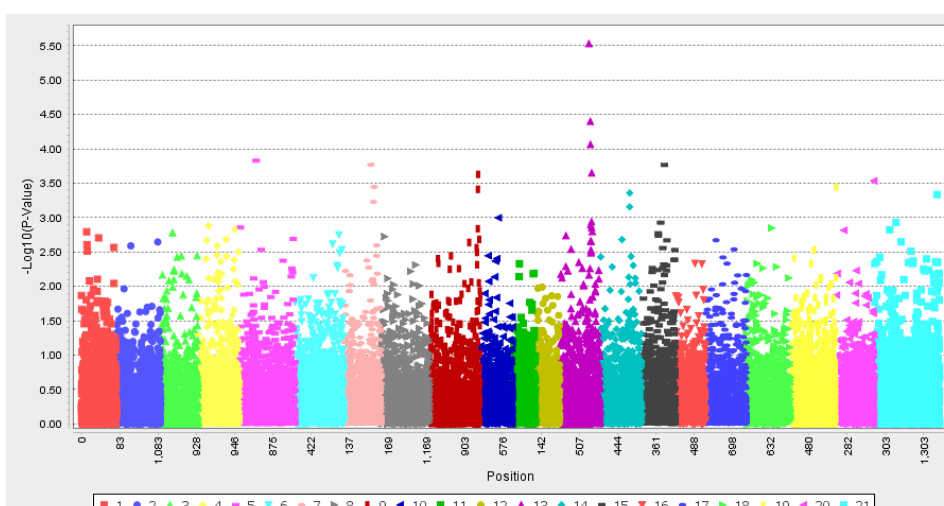
Figura 7. Grafico Manhattan para la localidad de Jalisco



**Figura 8.** Grafico Manhattan para la localidad de Texcoco



**Figura 9.** Grafico Manhattan para la localidad de Tlaxcala



**Figura 10.** Grafico Manhattan para localidades

En el cromosoma 1 se encontraron los marcadores 100213721, 100233486 y 100171851; el cromosoma 2 tuvo al marcador 989961, 1093129 y 1666638 como significantes; en el cromosoma 3 no se observaron marcadores significantes; en el cromosoma 4 solo se identificó el marcador 100233491; en cromosoma 5 no se encontraron marcadores de significancia; en el cromosoma 6

se localizaron los marcadores 1090653, 1092515, 1112636 y 984204; en el cromosoma 7 se localizó el marcador 4009170 y 1101364; dentro del cromosoma 8 se identificó el marcador 2276173; en el cromosoma 9 se identificó el marcador 1127967; en el cromosoma 10 se identificaron los marcadores 100281503, 100281503, 100283586, 1126099, 1140326 y 2256805; para cromosoma 11 no se encontraron marcadores y en el cromosoma 12 se encontró 100171851; en el cromosoma 13 se encontraron 1049519, 1135154 (repitiéndose en 3 localidades), también 1165302, 1215828, el marcador 2260918 (también repitiéndose en 3 localidades), 2262549, 3064395 y finalmente 993328 (nuevamente repitiéndose en 3 localidades); en el cromosoma 14 se localizó 977383, 1215980 y 1054213; en el cromosoma 15 el marcador 100212859 (repitiéndose en tres localidades), 1071035, 1107867, 1136703 y el 9723020; en el cromosoma 16 se identificó el marcador 2278144 y 1001467; en el cromosoma 17 los marcadores 1080610 , 10984288 y 1228592; en el cromosoma 18 los marcadores 7487647, 7487647, 2256445, 2243538 y 1091819; en el cromosoma 19 se encontró el marcador 1270155 y 1695777; para el cromosoma 20 se encontró el marcador 1216389 y finalmente en el cromosoma 21 se encontró marcador 1214103 y marcador 5970316. En un total de 57 marcadores fueron significativos para la variable de días a floración.

## CONCLUSIONES

El mapeo por asociación permitió identificar 57 marcadores asociados al ciclo a floración del trigo harinero. Los cromosomas donde se identificaron el mayor número de marcadores fueron el 10 con seis, el 13 con ocho y el 15 y 18 con cinco. Solo los marcadores ubicados en los cromosomas 13 y 14 se repitieron en tres de las localidades.

## LITERATURA CITADA

- FAO (2015). FAOSTAT, Statistics Division FAO. Available at: <http://faostat3.fao.org/home/>
- FAO (2009). Global Agriculture Towards 2050. Available at: [http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues\\_papers/HLEF2050\\_Global\\_Agriculture.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf)
- Marcussen, T., Sandve, S. R., Heier, L., Spannagl, M., Pfeifer, M., International Wheat Genome Sequencing Consortium, et al. (2014). Ancient hybridizations among the ancestral genomes of bread wheat. *Science* 345:1250092. doi: 10.1126/science.1250092
- Ray, D. K., Mueller, N. D., West, P. C., and Foley, J. A. (2013). Yield trends are insufficient to double global crop production by 2050. *PLoS ONE* 8:e66428. doi: 10.1371/journal.pone.0066428
- Suaste F. M. del Pilar, Full genome association study for tolerance to crown and root rot in wheat flour genotypes (2013)
- Lombardo L. A., Gionhe C. E., Nisi M. M., Helguera M. Exploración de la precocidad intrínseca en variedades argentinas de trigo pan y desarrollo de una población de rils para el mapeo de este carácter.

- Afzal, S. N., Haque, M. I., Ahmedani, M. S., Rauf, A., Munir, M., Firdous, S. S. et al. (2008). Impact of stripe rust on kernel weight of wheat varieties sown in rainfed areas of Pakistan. *Pak. J. Bot.*, 40: 923-929. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PK2010001104>.
- Ali, S., Rodriguez-Algaba, J., Thach, T., Sørensen, C. K., Hansen, J. G., Lassen, P. et al. (2017). Yellow rust epidemics worldwide were caused by pathogen races from divergent genetic lineages. *Front. Plant Sci.* 8: 1057. [doi.org/10.3389/fpls.2017.01057](https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01057).
- Alvarado, A., López, M., Vargas, M., Pacheco, A., Rodríguez, F., Burgueño, J., Crossa J. (2016). META-R (Multi Environment Trial Analysis with R for Windows). Versión 6.0 (2016-11-30) Copyright © 2016 Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).
- Battenfield, S. D., Guzmán, C., Gaynor, R. C., Singh, R. P., Peña, R. J., Dreisigacker, S. et al. (2016). Genomic selection for processing and end-use quality traits in the cimmyt spring bread wheat breeding program. *Plant Genome* 9(2). doi:10.3835/plantgenome2016.01.0005.
- Benson, J., Brown-Guedira, G., Murphy, J. P., Sneller, C. (2012). Population structure, linkage disequilibrium, and genetic diversity in soft winter wheat enriched for fusarium head blight resistance. *Plant Genome*, 5, 71–80.
- Boyd, L. A. (2005). Centenary review: can robigus defeat an old enemy? yellow rust. *J. Agric. Sci.* 143, 1-11. doi: [10.1017/S0021859605005095](https://doi.org/10.1017/S0021859605005095).
- Breseghele, F. and Sorrells, M. (2006). Association mapping of kernel size and milling quality in wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars. *Genetics* 172, 1165-1177.
- Chen, X., Min, D., Yasir, T. A., Hu, Y. G. (2012). Genetic diversity, population structure and linkage disequilibrium in elite Chinese winter wheat investigated with SSR markers. *PLoS ONE* 7, e44510.
- Crossa, J., Burgueño, J., Dreisigacker, S., Vargas, M., Herrera-Foessel, S. A., Lillemo, M., et al. (2007). Association analysis of historical bread wheat germplasm using additive genetic covariance of relatives and population structure. *Genetics* 177, 1889–1913. <https://doi.org/10.1534/genetics.107.078659>.
- Dinesh, A., Patil, A., Zaidi, P. H., Kuchanur, P. H., Vinayan, M. T. and Seetharam, K. (2016). Genetic diversity, linkage disequilibrium and population structure among CIMMYT maize inbred lines, selected for heat tolerance study. *Maydica* 61 (3): 1-7. <https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/17845/58047.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

## CARACTERIZACIÓN DEL CULTIVO DE PEPINO (*Cucumis sativus*) BAJO INVERNADERO

Ricardo Yáñez-López<sup>2</sup>; Rosalinda América Montero-Ramírez<sup>1\*</sup>; Marco Leonardo-Juárez  
González<sup>1</sup>; María Monserrat Hernández-Rodríguez<sup>1</sup>; Antonio Vázquez-Ortega<sup>1</sup>; José Honorato  
Arreguin-Centeno<sup>1</sup>; Carlos Cuellar-Zambrano<sup>2</sup> y Juan Ángel Quijano-Carranza<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas km 8;

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Carretera Celaya-San Miguel de Allende km  
6.5. Autor por correspondencia: [leonardojuarez2004@hotmail.com](mailto:leonardojuarez2004@hotmail.com).

### RESUMEN

El estudio de la fisiología del crecimiento y aumento de producción de los cultivos hortícolas en la agricultura protegida en invernaderos es importante para la generación de información sobre algunos aspectos que permitan mejorar el manejo agronómico. Por esta razón se realizó la investigación que se llevo a cabo en los invernaderos experimentales de Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque, con un diseño experimental completamente al azar para la toma de muestras de materia seca, en cuanto a fenología se seleccionaron 5 plantas específicas monitoreadas en el periodo del 1 de marzo al 1 de agosto del 2019. Los datos se colectaron dos veces por semana para la muestra de materia seca de hojas, tallos, raíz, flores y frutos. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concluir que aunque durante toda la etapa de vida del cultivo los órganos se mantienen en constante crecimiento a partir de la etapa de reproducción es prioridad para la planta garantizar la formación de los frutos, con la caracterización de los cultivos se puede realizar recomendaciones de manejo como nutrición y labores de campo.

**Palabras clave:** *Materia seca, Fenología, agricultura protegida.*

### ABSTRAC

The study of the physiology of growth and increase in production of horticultural crops in protected agriculture in greenhouses is important for the generation of information on some aspects that improve agronomic management. For this reason the research carried out in the experimental greenhouses of National Technologic of México-Institute Technologic de Roque, with a completely random experimental design for sampling dry matter, phenology selected 5 specific plants monitored in the period from 1 March to 1 August 2018. 40 days after transplantation, the sample of dry matter of leaves, stems, root, flowers and fruits was obtained 2 times a week. Phenological development of selected plants is monitored 2 times a week. According to the results obtained we can conclude that although throughout the life stage of the crop the organs are kept in constant growth from the stage of reproduction it is priority for the plant to ensure the formation

of the fruits with the characterization of the crops, management recommendations such as nutrition and field work can be made.

**Key words:** *Dry matter, phenology, protected agriculture*

## **INTRODUCCION**

El cultivo del pepino es importante ya que tiene un alto índice de consumo, sirve de alimento tanto en fresco como industrializado, representando una alternativa de producción para el agricultor, tanto para mercado interno, como con fines de exportación.

A nivel mundial se tiene una producción de 65 millones de toneladas de pepino, cultivadas sobre 2, 109, 624 ha, China ocupa el primer lugar en producción con 48 millones de toneladas, cultivando estas hortalizas sobre un total de 1, 150, 000 ha (Asociación Mexicana de Horticultura Protegida, 2014).

En los últimos años se ha incrementado la demanda de este fruto y como consecuencia el área de su cultivo, en el año agrícola 2002 se reportó una superficie sembrada de 15, 648 ha con una superficie cosechada de 15, 403 ha, con una producción de 367,280 ton (INIFAP, 2002).

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es un cultivo de gran importancia alimenticia, económica y cultural para México, el cual es producido por 28 estados con una superficie total de 16.902 ha (SIAP., 2014). Sinaloa es el principal productor por poseer ciertas características (suelo, microclimas ideales y la cercanía con frontera americana cercana) que lo posiciona como el primer estado productor-exportador representando cerca del 70% en la industria nacional (IBARRARÁN, 2003.)

México es el segundo exportador mundial de pepino y el primer proveedor del mercado de Estados Unidos, principalmente en la época de invierno, cuando se produce esta hortaliza en invernaderos y se aumenta significativamente el rendimiento, desde 25-50 ton·ha<sup>-1</sup> (campo abierto) hasta 80-180 ton·ha<sup>-1</sup>, en vista principalmente del control computarizado del clima, mejoramiento en las técnicas de producción e introducción de sustratos artificiales y genotipos de alta productividad (Intagri, 2012).

La producción intensiva de hortalizas, sobre todo bajo condiciones protegidas somete a las plantas a un mayor estrés, ya que están forzadas a un crecimiento más rápido y una mayor eficiencia productiva. La SAGARPA (2015) reporta en el 2014 una superficie cultivada bajo el sistema de agricultura protegida de 23,482 hectáreas, de las cuales el 60 % son invernaderos y el 40 % mallas casa-sombra, cultivadas con jitomate (70 %), pimiento (16 %) y pepino (10 %). La producción agrícola bajo invernadero ha permitido obtener productos de calidad y rendimientos elites, en relación a los sistemas tradicionales de cielo abierto. La selección apropiada de la variedad de las hortalizas determina el rendimiento y calidad de la cosecha (Ortiz, 2011).

Dada la importancia de caracterización de los cultivos hortícolas y que en México el cultivo de pepino en invernadero es un sistema de producción cada vez más en expansión por las crecientes posibilidades de exportación, además que no se tienen suficientes estudios básicos sobre aspectos de la fisiología de su crecimiento, se realizó la presente investigación con el objetivo de caracterizar el crecimiento y desarrollo mediante la cuantificación de la acumulación de materia seca de los órganos del cultivo del pepino, así como a su evolución en el tiempo y su efecto en el rendimiento.

## **MATERIALES Y METODOS**

La investigación se llevó a cabo entre el 1 de marzo y el 1 de agosto del 2018 en los invernaderos del campo experimental del Instituto Tecnológico de México-Roque, Celaya, en coordenadas de longitud: -100.825000, latitud: 20.579444 y altitud de 1760. La variedad utilizada es de la compañía ENZA ZADEN®. La unidad experimental consistió en cinco camas en las cuales se realizó un trasplante de plántula cuando tuvieron la primera hoja verdadera completamente extendida y la segunda ya visible. La separación fue de una distancia de 15 cm entre planta y planta a dos hileras por cada cama con 9 m de largo. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar para la toma de muestras de materia seca, en cuanto a fenología se seleccionaron cinco plantas.

Desde el trasplante hasta los 40 días posteriores se realizó el primer muestreo destructivo en el que se registró datos de peso de materia seca de tallos, hojas, raíz, flores y frutos, todos expresados en gramos. Realizando dos muestreos por semana. Se tomó promedio de las 4 plantas seleccionadas al azar en las tres camas centrales. Para obtener el peso seco, las muestras vegetales se secaron en estufa de secado Felisa® FE\_133D, a 70° C hasta la obtención del peso constante y se pesaron en una báscula digital Ohaus Scout Pro® Modelo: 30253019.

Después de 12 días del trasplante se monitoreó el crecimiento fenológico dos veces por semana en el que se registraron datos de altura, grosor del tallo, número de hojas, flores y frutos de las plantas seleccionadas en las tres camas centrales. Se tomaron además datos de rendimiento total por planta durante la etapa de fructificación del cultivo expresado en gramos.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

El pepino es un cultivo de crecimiento indeterminado debido a esto sus órganos siempre se encuentran en constante crecimiento esta condición le permite tener un periodo largo de producción. Como podemos observar en la (Figura 1) los datos nos indican que la mayor ganancia de altura de la planta se encuentra en los primeros 30 días donde se identifica una fase de crecimiento exponencial posterior a esto hay una desaceleración debido probablemente a que la energía que la planta produce es destinada a los órganos de reproducción. El análisis de los datos nos indican que en la primera etapa la tasa de crecimiento en altura es de 0.29 posteriormente se reduce a 0.04.

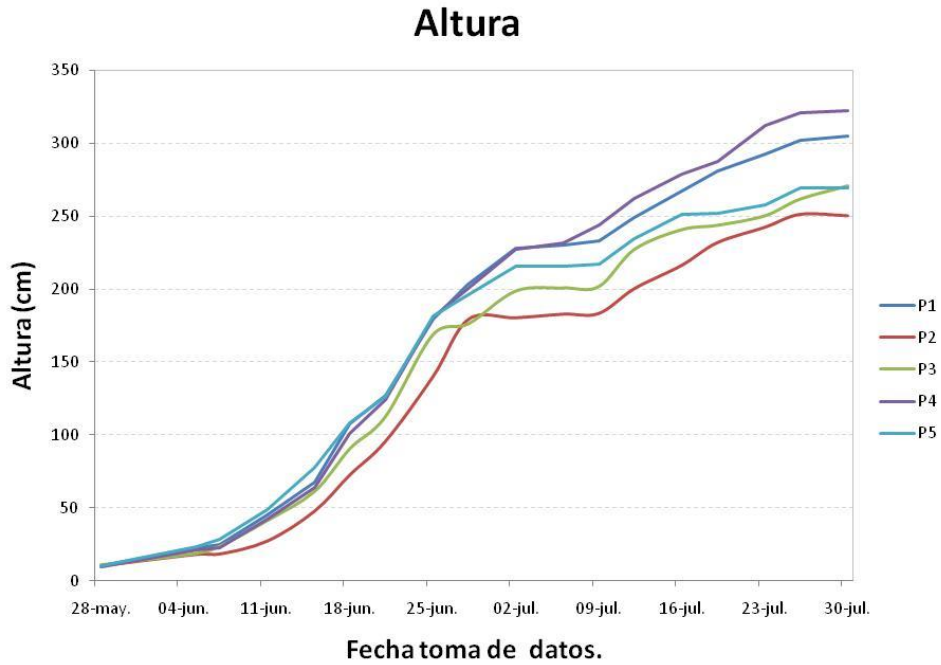


Figura 1. Datos de altura obtenidos en diferentes fechas durante el ciclo del cultivo de pepino.

El área foliar de una planta es un factor determinante para la intersección de la luz ya que esto define la capacidad de de fotosíntesis que podrá realizar la planta. En este sentido el crecimiento de hojas es una variable importante y que nos sirve como indicador de cobertura de la planta. De acuerdo a los resultados obtenidos el numero de hojas nuevas en la variedad evaluada tiene un comportamiento lineal desde el día 0 hasta el día 55 después del trasplante, después de este periodo se observan crecimientos decrecientes en esta variable (Figura 2).

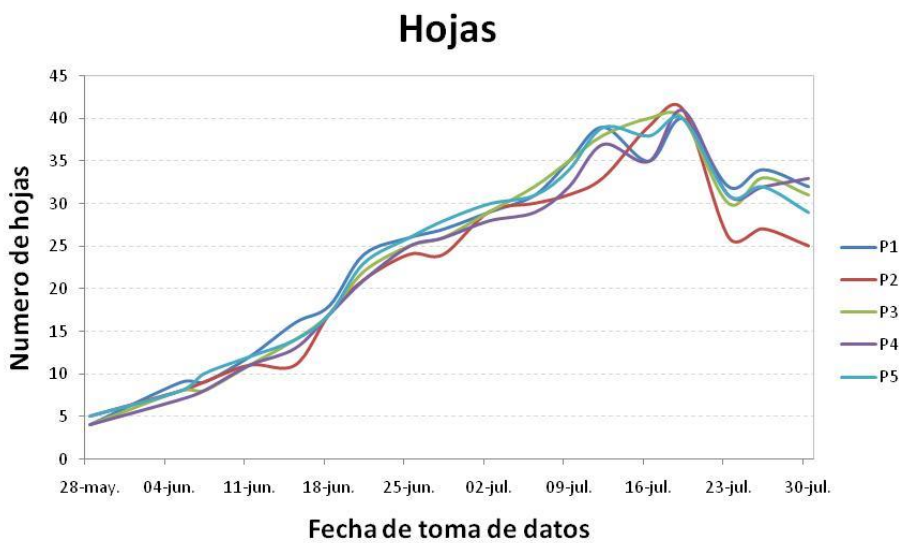


Figura 2. Numero de hojas contabilizadas en la evaluación del cultivar de pepino.

En el caso del tallo podemos observar que al igual que el numero de hojas existe un crecimiento lineal hasta el día 25 después del trasplante, posterior a esto se observa una reducción en la ganancia

del diámetro del tallo, posiblemente a causa de que es prioridad para la planta el crecimiento del resto de los órganos (Figura 3).

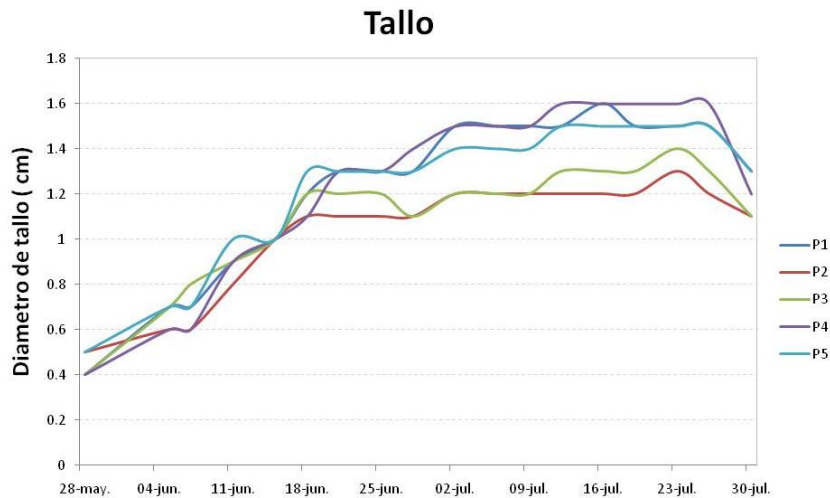


Figura 3. Diámetro de tallo registrado en el cultivar de pepino.

En lo que respecta a la floración en la (Figura 4) se observa su comienzo a partir de los 45 días después del trasplante teniendo un aumento notable en la segunda semana el cual decrece de manera drástica en los siguientes días, es posible que ello guarde relación con la caída de flores y frutos que ocurre en dichas especies de cucurbitáceas de manera natural.

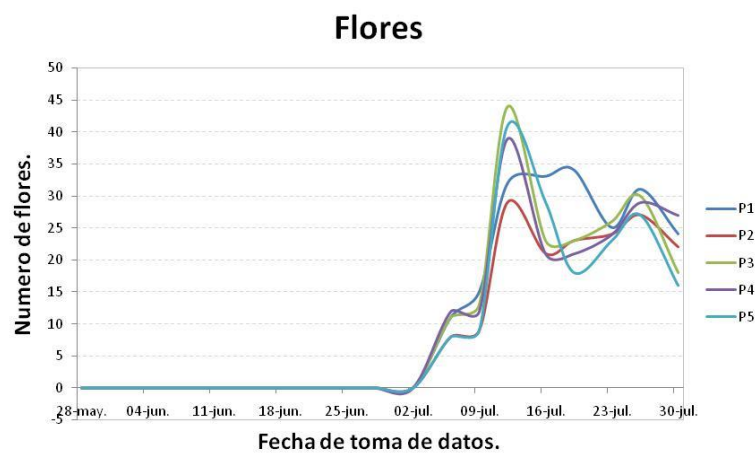
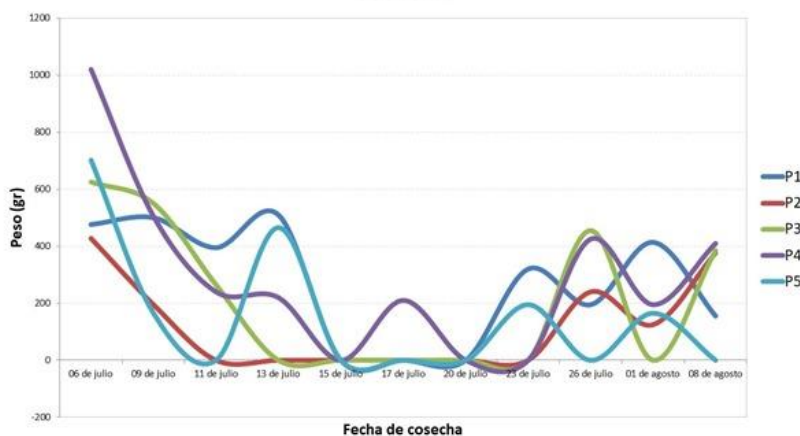


Figura 4. Numero de flores contabilizadas en la evaluación del cultivar de pepino.

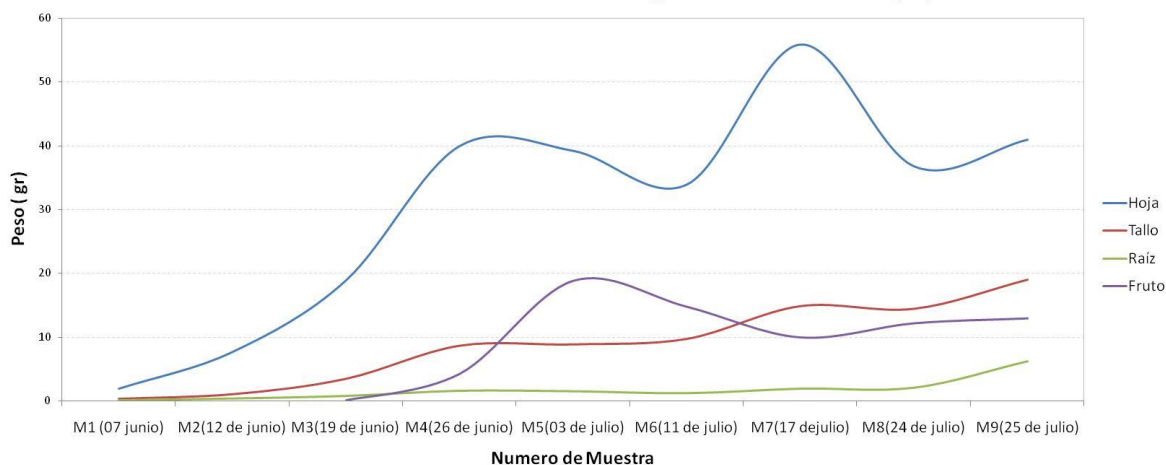
En el caso del fruto se representa la producción obtenida en cada planta seleccionada (Figura 5) observando que la planta 4 obtuvo una mejor producción en comparación a las demás.



**Figura 5. Producción obtenida en la evaluación del cultivar de pepino.**

La materia seca de hojas presento una trayectoria sigmoide a través del tiempo esto posiblemente debido a las practicas del cultivo como el deshojado que se realizo evitando enfermedades fúngicas en la planta. Respecto a la materia seca del tallo mantuvo un aumento lineal en las muestras. En lo que concierne a la materia seca del fruto se observa un pico de aumento en la tercera semana posterior a un deceso donde se mantiene constante en las últimas muestras. Al igual que el tallo los resultados obtenidos de la materia seca de la raíz muestran un aumento lineal (Figura 6).

**Acumulación de materia seca de los organos del cultivo de pepino**



**Figura 6. Acumulación de materia seca en gramos de los órganos del cultivo de pepino (hoja, tallo, fruto y raíz).**

## CONCLUSIONES

La caracterización de cultivos como línea de investigación nos permite conocer el comportamiento de crecimiento y desarrollo de las plantas. En el caso de los cultivos de crecimiento indeterminado es de relevancia conocer las modificaciones en el crecimiento. Debido a los hábitos de crecimiento del cultivar utilizado en el estudio podemos concluir que aunque durante toda la etapa de vida del cultivo los órganos se mantienen en constante crecimiento a partir de la etapa de reproducción es prioridad para la planta garantizar la formación de los frutos por lo que la energía que la planta produce a través de la fotosíntesis es destinada a la formación de los mismos.

## LITERATURA CITADA

- Asociación Mexicana de Horticultura Protegida, A. (2014). Obtenido de <http://amhpac.org/es/php/noticias/noticias-china-produce-el-70-de-los-pepinos-en-el-mundo>
- IBARRARÁN, J. (2003.). Revista Claridades. Obtenido de El pepino de Sinaloa, calidad y exportación.: <http://www.infoaserca.gob.mx>.
- INIFAP. (2002). El melón: Tecnologías de Producción y Comercialización. Mexico, D.F. Intagri, (. p. (18 de Marzo de 2012). Tercer diplomado internacional en horticultura protegida. Obtenido de [www.intagri.com.mx](http://www.intagri.com.mx).
- Ortiz, J. (2011). Silicio en pepino. Artículo Trabajo de investiga “Efecto del silicio en crecimiento, contenido de clorofila y calidad de fruto del pepino”,. México.: Chapingo.
- SIAP., S. (2014). Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Obtenido de Anuario estadístico de la producción agrícola.: [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx).

## **ESTANDARIZACIÓN DE UN PROTOCOLO DE DESINFECCIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE CULTIVO *In vitro* DE *Agave victoriae-reginae* Agavaceae**

Zaida Crispín-del Río<sup>1</sup>; María Teresa Salazar-Ramírez<sup>1</sup>; Jorge Arnaldo Orozco-Vidal<sup>1</sup> y Kenia Crispín-García<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón (ITT)-DEPI. Carretera Torreón-San Pedro, km 7.5. Ejido Anna, Torreón, Coahuila, México. <sup>2</sup>Instituto Tecnológico de la Laguna. Blvd. Revolución y Av. Instituto Tecnológico de la Laguna s/n, Torreón, Coahuila, México. E-mail: crispindelrio@yahoo.com.mx

### **RESUMEN**

El maguey noa (*Agave victoriae-reginae*, Agavaceae) es una especie endémica del norte de México, muy apreciada por coleccionistas y viveristas debido a su valor ornamental. Está incluida en la NOM-059 en la categoría en peligro de extinción y en el Apéndice II de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres). Las técnicas de micro-propagación representan una alternativa para su producción y reincorporación al medio ambiente. El objetivo de este trabajo fue la determinación de condiciones asépticas necesarias para el establecimiento de cultivos *in vitro* de esta especie. Se evaluaron tres protocolos de desinfección de semilla (tratamientos), T1: fungicida + jabón + alcohol + hipoclorito de sodio, T2: jabón + hipoclorito de sodio y T3: hipoclorito de sodio. Para inducir la germinación se usó medio de cultivo Murashige y Skoog (1962). Los resultados obtenidos fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA), para un diseño completamente al azar. Como variable independiente se definió el protocolo de desinfección (tratamiento) y como variables respuesta se establecieron el número de semillas germinadas y contaminadas. Cada tratamiento conto con 10 unidades experimentales a razón de 4 semillas por frasco. La diferencia de medias entre tratamientos fue analizadas mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ( $P < 0,05$ ). Los primeros 5 días después de sembrarse, fue de obscuridad total, pasado este tiempo se implementó un fotoperiodo de 16 horas luz y 8 horas de fase oscura. El tratamiento uno mostro los mejores resultados para el establecimiento de cultivos *in vitro* con un 10% de contaminación en semilla y un 65% de semilla germinada.

**Palabras clave:** *Propagación, contaminación, semillas, agave, rescate, conservación.*

### **INTRODUCCIÓN**

Se considera que en México existen 150 de las 200 especies de agaves reportadas a nivel mundial, representando aproximadamente el 75% del total en nuestro planeta por lo que se considera a este país su centro de origen, mayor riqueza, diversidad y endemismo (González, 2011). El nombre *Agave victoriae-reginae* T. Moore (Agavaceae) se ha aplicado tradicionalmente a un grupo de

plantas endémicas del norte de México, muy apreciadas por coleccionistas y viveristas debido a su valor ornamental. Está enlistado en la NOM-059-SEMARNAT-2010 como especie en peligro de extinción y en el Apéndice II de CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) (González-Elizondo *et al.*, 2011).

Dentro de las subespecies que existen del *Agave victoriae-reginae* está la *swobodae*, descrita por J.J. Halda en el 2010 con base en el hábito de la planta y por tener flores y semillas más grandes. La subespecie *swobodae* se localiza sobre escarpes de las extensiones de la Sierra Madre Oriental a través del Desierto Chihuahuense (Serranías Transversales) en el centro y Sur de Coahuila y Este de Durango. Sobre calizas, rara vez en coluviones de piedemonte. En matorral xerófilo o en matorral xerófilo con elementos de matorral submontano (Gonzalez-Elizondo *et al.*, 2011).

En la región de La Laguna (Coahuila-Durango), *A. victoriae-reginae* subsp. *swobodae* ha desaparecido de una de sus poblaciones icónicas (el Cerro de Las Noas, en Torreón) y sigue extrayéndose de otras poblaciones cercanas. Su venta en viveros no rebasa los 300 pesos pero se hace a partir de plantas extraídas de su hábitat natural, sin los permisos correspondientes.

Para la Reserva Ecológica Municipal Sierra y Cañón de Jimulco, del municipio de Torreón, Coahuila, se reporta que “la principal amenaza de la noa es el saqueo que realizan algunas personas. Generalmente se llevan las plantas para venderlas y la intensidad de dicho saqueo ha sido tal que actualmente la planta está en peligro de desaparecer” (Fernández, 2008).

La subespecie *swobodae* se describe como: plantas acaules o con un corto tallo cubierto de hojas, oblongo-globosas a subcilíndricas (en forma de barrilito) cuando maduras, compactas, 20-35 cm de diámetro, hasta de 35 cm de alto, con 70 a 180 hojas aproximadamente; hojas estrechamente oblongas a angostamente triangulares, 6-12 cm de largo y 1.5-4.5 cm de ancho, ventralmente planas a cóncavas cerca de la base, en hojas secas el margen córneo continuo hasta el ápice o frecuentemente desprendido en la parte distal; inflorescencia 1.6-4.3 m de alto; flores con perianto 2.9-3.2 cm de largo, tubo y cuello blanco verdoso, tépalos blanco rosados o rojizos en la parte interior, filamentos y estilo rosa-púrpura pálido, anteras amarillo pálido; cápsulas estrechamente oblongas, 1.7-1.9 x 0.7-0.9 cm, valvas 0.7-0.8 cm de ancho, semillas de 3 x 2 mm. Los embriones son alargados, de 5.5 a 7.2 mm de largo y 0.9 a 1.2 mm de ancho, ocupando la décima parte del área total de la semilla (Díaz-Ramírez *et al.*, 2004).

Las técnicas de cultivo *in vitro* de tejidos ofrecen la posibilidad de multiplicar a aquellos genotipos valiosos, que pueden ser utilizados tanto para el establecimiento de plantaciones clonales como para la recuperación de zonas devastadas, cuyo uso fue sustituido por la inconsciente modernización de las áreas naturales, en sitios de urbanismo poblacional e industrial (Ángeles, 2006).

Una de las dificultades para el establecimiento de cultivos *in vitro*, es la presencia de microorganismos contaminantes, tanto endógenos como exógenos, que afectan la viabilidad y la germinación de las semillas una vez que se han establecido *in vitro*, por lo tanto se requiere

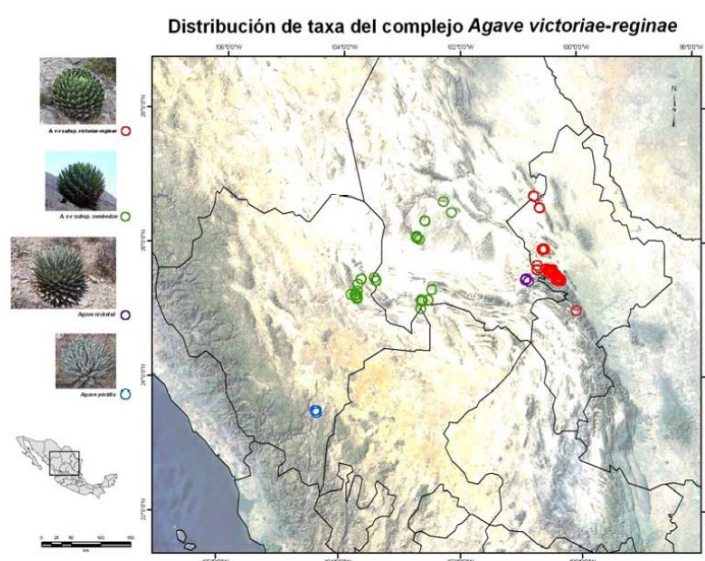
establecer protocolos que conlleven a minimizar o eliminar dichos microorganismos sin afectar la germinación de las semillas.

El Objetivo de esta investigación, fue establecer asépticamente e inducir el desarrollo del *Agave victoriae-reginae* subsp. *swoboda*, mediante la evaluación de diferentes tratamientos de desinfección de semillas para el cultivo *in vitro*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

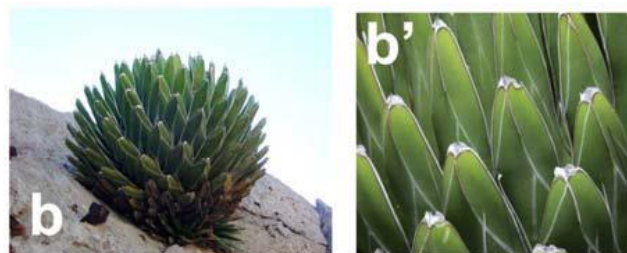
### Colecta de material vegetal

Las semillas de *Agave victoriae-reginae* subsp. *swoboda*, fueron obtenidas de un ejemplar de la zona Reserva Ecológica Sierra y Cañón de Jimulco (Figura 1).



**Figura 1.** Distribución de los componentes del complejo *Agave victoriae-reginae*.

Fuente: Gonzales-Elizondo *et al.* (2011).



**Figura 2.** Hábito y acercamiento de hojas de *A. victoriae-reginae* subsp. *swoboda*.

Fuente: Gonzales-Elizondo *et al.* (2011).

### Fase de laboratorio

La presente investigación se realizó en las instalaciones del laboratorio de biotecnología del Instituto Tecnológico de Torreón (ITT) ubicado en el km 7.5 de la antigua carretera Torreón-San Pedro, Coahuila, México. Las coordenadas fueron 25°36'47.65" latitud norte y 103°22'23.66" longitud oeste, a 1,200 m de altura sobre el nivel del mar.

### Preparación de medios de cultivo

Para inducir la germinación se usó medio de cultivo Murashige y Skoog (1962) formulada en 7 soluciones (Cuadro 1), suplementado con 30 g L<sup>-1</sup> de sacarosa como fuente de carbono, se ajustó el pH a 5,7 antes de la adición de agar bacteriológico 8 g L<sup>-1</sup>; se sirvieron 20 mL de la solución en recipientes de vidrio, debidamente rotulados, para luego ser esterilizados en autoclave durante 20 minutos a 121°C y 15 libras de presión.

**Cuadro 1.** Soluciones nutritivas de Murashige y Skoog 10x 100mL<sup>-1</sup>

Compuestos	g L <sup>-1</sup>
<b>Nitratos</b>	
Nitrato de Potasio (KNO <sub>3</sub> )	19
Nitrato de Amonio(NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> )	16.5
<b>Sulfatos</b>	
Sulfato de Magnesio (MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)	3.7
Sulfato de Manganeso (MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O)	0.223
Sulfato de Zinc (ZnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O)	0.086
<b>2a Sulfato de Cobre</b> (CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O)	0.0024
<b>Halogenos</b>	
Cloruro de Calcio (CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O)	4.40
Yoduro de Potasio (KI)	0.0083
<b>3a Cloruro De Cobalto</b> (CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O)	0.0025
<b>Boratos, Fosfatos y Molibdatos</b>	
Fosfato Ácido de Potasio (KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> )	1.70
Ácido Bórico (H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> )	0.062
Molibdato de Sodio (Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O)	0.0025
<b>Fuente de hierro</b>	
Sal Disodica de Na <sub>2</sub> EDTA.2H <sub>2</sub> O	4.1297
Sulfato de hierro (FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O)	0.278
<b>Orgánicos</b>	
Myo-inositol	1.00
Tiamina *	0.001
Ac. Nicotinico	0.005
Glicina	0.02
Piridoxina *	0.005

\*Se disuelve con HCL al 0.1N

## Condiciones de germinación

Los frascos se mantuvieron a una temperatura de 25°C, los primeros 5 días después de sembrarse las semillas fueron de obscuridad total, pasado este tiempo se implementó un fotoperiodo de 16 horas luz y 8 horas de fase oscura.

### **Desinfección del material vegetal**

Se evaluaron tres protocolos de desinfección

Protocolo 1: Las semillas fueron sometidas a un tratamiento de desinfección por 2 horas con Ultramyl 500 (estreptomicina + oxitetraciclina + oxiclورو de cobre) 3g L<sup>-1</sup> y 20 gotas de jabón líquido, después, se enjuagaron con agua destilada para volver a sumergir en una solución nueva con la misma concentración de fungicida y jabón por 24 horas. Al cumplirse este tiempo, se enjuagó con abundante agua destilada para eliminar los residuos de fungicida y jabón. Se continuó con un lavado durante 5 minutos con alcohol al 75% y su posterior enjuague con agua destilada. En una campana de flujo laminar con una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) al 20 % durante 20 minutos se dio el último lavado de las semillas. Finalmente se hicieron cuatro lavados con agua destilada esterilizada con el fin de eliminar cualquier traza de desinfectante.

Protocolo 2: Las semillas fueron sometidas a un tratamiento de desinfección durante 24 horas con una mezcla de jabón líquido y agua destilada, luego fueron cepilladas y enjuagadas con abundante agua destilada para eliminar las trazas de jabón. Posteriormente, en una campana de flujo laminar, las semillas fueron esterilizadas con hipoclorito de sodio (NaClO) al 1% por 25 minutos, con agitación constante, al término fueron lavadas cinco veces con agua destilada estéril.

Protocolo 3: En una campana de flujo laminar se desinfectaron las semillas con hipoclorito de sodio (NaClO) al 3% durante 15 min, luego se enjuagaron 3 veces con agua destilada estéril.

### **Análisis estadístico para el protocolo de desinfección**

Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el programa de Diseños Experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, para un diseño completamente al azar. Cada tratamiento contó con 10 unidades experimentales a razón de 4 semillas por frasco. La diferencia de medias entre tratamientos fue analizada mediante la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ( $P \leq 0.05$ ).

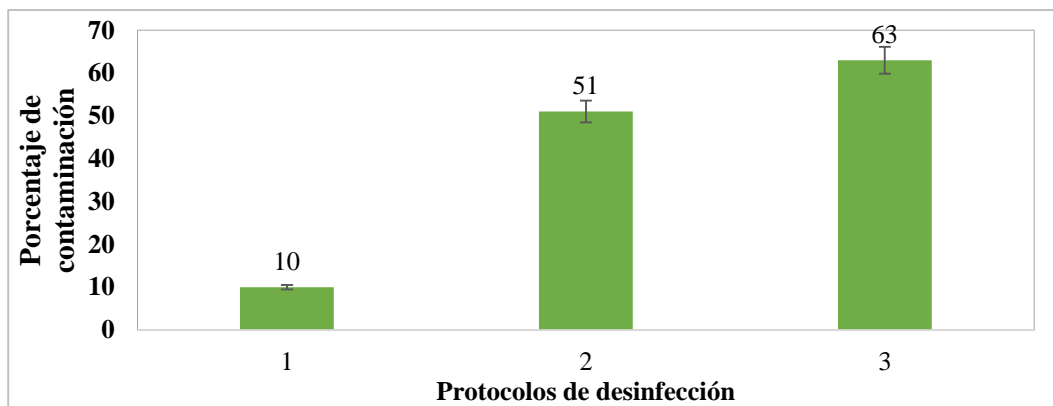
### **Variables evaluadas**

1. Porcentaje de germinación: se cuantificaron las semillas germinadas y no germinadas cada 24 horas.
2. Porcentaje de contaminación: se cuantificaron las semillas que desarrollaron algún tipo de contaminación, desde la siembra hasta el momento que empezaron a germinar.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Protocolo de desinfección**

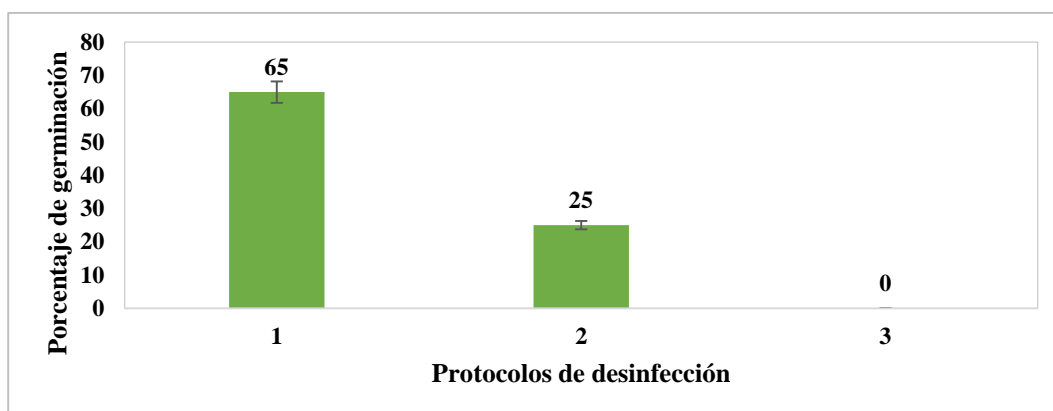
El análisis estadístico para la variable de semillas contaminadas, mostró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Figura 3), siendo el protocolo uno, propuesto por Nava-Cedillo (1988), el que mostró un mejor poder de desinfección, con solo un 10% de contaminación de semilla. Los protocolos de desinfección 2 y 3 presentaron un porcentaje de contaminación de semilla por encima del 50%, en los cuales el agente desinfectante fue el NaClO, se confirma así, que este desinfectante fue ineficiente para el control de la contaminación. Cuando se trabaja con material de campo, este es uno de los principales factores que afecta el establecimiento de las muestras (Abdelnour *et al.*, 2011).



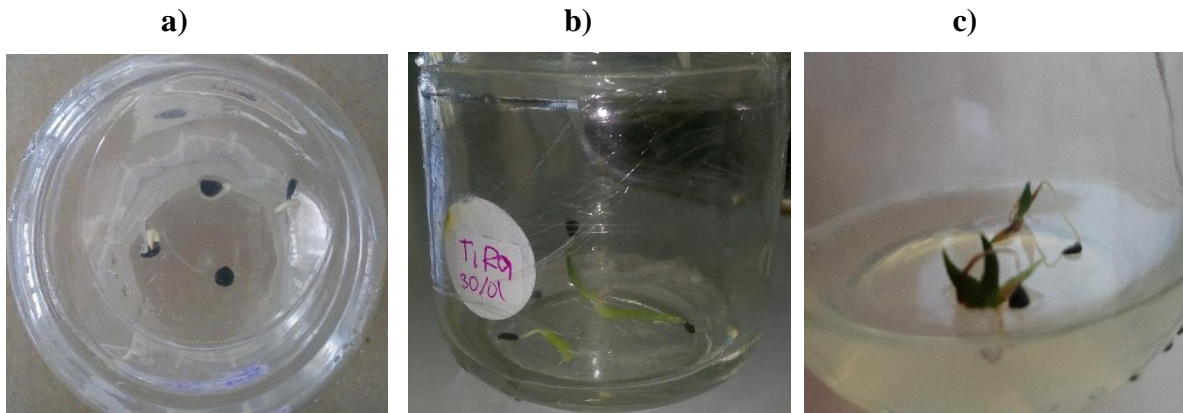
**Figura 3.** Comparación de medias por la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) del análisis de desinfección de semilla de *Agave victoriae-reginae* subsp. *swoboda*.

### Germinación de semillas

El análisis estadístico para la variable de semillas germinadas, mostró diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Figura 4). El mayor porcentaje de germinación obtenido a los 21 días después de la siembra, fue del 65% y se presentó en el tratamiento 1. Los primeros brotes se presentaron a los 5 días después de la siembra, los cuales se desarrollaron color blanco, a los 12 días después de la siembra se lograron diferenciar (Figura 5).



**Figura 4.** Comparación de medias por la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) del análisis de germinación de semilla de *Agave victoriae-reginae* subsp. *swoboda*.



**Figura 5.** a) Germinación a los 5 días después de la siembra. b) Diferenciación lograda a 12 días de incubación en condiciones de fotoperiodo (16 h. luz y 8 h. oscuridad) c) Diferenciación lograda a 90 días de incubación.

En un trabajo realizado por Gómez-Ruiz *et al.* (2012), evaluaron la germinación de semillas de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore) con un medio de cultivo Murashige y Skoog, en el cual obtuvieron un porcentaje de germinación del 95.230 %, cabe señalar que el pretratamiento que se les dio a las semillas es muy diferente al utilizado en esta investigación.

## CONCLUSIONES

La mejor técnica de desinfección consiste en someter a las semillas a un tratamiento con Ultramyl 500 (estreptomicina + oxitetraciclina + oxiclóruo de cobre) 3 g L<sup>-1</sup> y 20 gotas de jabón líquido, después, a un lavado durante 5 minutos con alcohol al 75% y su posterior enjuague con agua destilada y por último un lavado con una solución de hipoclorito de sodio (NaClO) al 20 % durante 20 minutos, debido a que reduce hasta en un 90% la contaminación del medio de propagación de las semillas.

En cuanto a la germinación, el medio de cultivo M&S (1962) formulado en 7 soluciones y suplementado con 30 g/L de sacarosa como fuente de carbono, es suficiente para asegurar la adecuada introducción del cultivo *In vitro* de *Agave victoriae-reginae* subsp. *swobodae*, obteniendo así un 65% de semillas germinadas.

Sin embargo, se recomienda seguir investigando para elevar la germinación de esta semilla y bajar aún más el porcentaje de contaminación.

Actualmente esta investigación se encuentra en la fase de micropropagación del *Agave victoriae-reginae* subsp. *swobodae*

## LITERATURA CITADA

- Abdelnour, A., Aguilar, M. E., y Valverde, L. 2011. Micropropagación de Pílon (*Hieronyma alchorneoides*). *Agronomía Costarricense*, 35(2), 9–19.
- Ángeles, V. J. C., 2006. Producción *In vitro* de Noa (*Agave victoriae-reginae* T. Moore). Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México. Pp. 2-20.

- Díaz-Ramírez, B., González-Cervantes, G., Cueto-Wong, J.A., Sánchez-Cohen, I., y Flores-Hernández, A. 2004. Morfología de semilla y embrión de una planta nativa (*Agave victoriae-reginae*) del norte de México, utilizando un analizador de imágenes. Memorias de la XVI Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Pp. 199-204.
- Fernández, Q. 2008. Venden cactáceas protegidas. Especies protegidas son ofertadas sin que la PROFEPA emita sanciones. Semanario 143: 18-19.
- Gómez-Ruiz, I. 2012. Germinación y Desarrollo de Plántulas de NOA (*Agave victoriae-reginae*) de una Población del Mezquital, Durango, en condiciones de laboratorio. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp. 1-4.
- González, S. 2011. Obtención de un surfactante a partir de biomasa residual de *Agave duranguensis* y su aplicación en la remoción de arsénico por la técnica de aglomeración esférica. Tesis. Instituto Politécnico Nacional: Unidad profesional interdisciplinaria de biotecnología. México. D.F. Pp. 43.
- González-Elizondo, M. del S., González-Elizondo, M., López-Enríquez, I.L., Reséndiz-Rojas, L., Tena-Flores, J.A., Retana-Rentería, F.I. 2011. El complejo *agave victoriae-reginae* (agavaceae). Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. Acta Botánica Mexicana 95: 65-94.
- González-Elizondo, M. del S., González-Elizondo, M., Reséndiz Rojas, L., López-Enríquez, I. L., Tena-Flores, J. A., Ruacho-González, L. y Retana-Rentería, F.I. 2011. Revisión periódica de *Agave victoriae-reginae* en el apéndice II de la CITES. Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional-Durango. Informe final SNIB-CONABIO proyecto No. HS001. México D. F. Pp. 1-64.

## **IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA DE CALENTAMIENTO PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS ARTESANALES**

Diego Ortiz-Gallardo<sup>1</sup>; Sergio Jesus Navarro-Jacinto<sup>1</sup> y Carolina Hernández-Navarro<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México-Celaya. Antonio García Cubas Pte #600 esq. Av. Tecnológico. Autor de

Correspondencia: [m1803037@itcelaya.edu.mx](mailto:m1803037@itcelaya.edu.mx)

### **RESUMEN**

El trabajo consiste en la implementación de un sistema de calentamiento utilizando como principio el funcionamiento de un calentador solar de agua doméstico, para la elaboración artesanal de queso fresco que les permita a los productores un ahorro en los energéticos. El objetivo es desarrollar innovación de tecnología para la elaboración de productos lácteos de forma artesanal. Un calentador solar de agua llega a calentar el agua a una temperatura de 80°C, las temperaturas que se requiere en el proceso de elaboración de queso, en la etapa de cocinado y cuajado las temperaturas que se requieren son de 40°C a 50°C; por lo que se puede dar las temperaturas requeridas con esta tecnología, lo cual nos permitirá una disminución o eliminar el uso de gas como fuente de calor.

*Palabras clave:* Cocinado, Queso, Calentador, Artesanal, Lácteos.

### **ABSTRACT.**

The work consists in the implementation of a heating system using as a principle the operation of a solar domestic water heater, for the handmade production of fresh cheese that allows producers to save on energy. The objective is to develop technology innovation for the production of dairy products by hand. A solar water heater comes to heat the water to a temperature of 80 ° C, the temperatures that are required in the cheese making process, in the cooking and curdling stage the temperatures required are from 40 ° C to 50 ° C; so that the required temperatures can be given with this technology, which will allow us to reduce or eliminate the use of gas as a source of heat.

*Key words:* Cooked, Cheese, Warmer, Artisanal, Dairy

### **INTRODUCCIÓN**

El proceso de la elaboración de queso fresco artesanal; está compuesto por varias etapas empezando por la recepción de materia prima pasando por preparación de las mismas para obtener una base que será pasteurizada para seguir con el cocinado y agregado de materiales como cuajo, calcio, sal, etc. Para seguir con el moldeo y desuerado del producto en este punto ya se le puede nombrar como queso y por último es empaquetado para su distribución o venta al público. El artículo se enfoca en la etapa de cocinado y cuajado de la base del producto, ya que esta etapa se lleva a cabo de la siguiente manera, en recipientes (Figura 1) acero inoxidable se eleva la temperatura mediante la

transferencia de calor productor por gas, se vierte la base y se mantiene en agitación para después ir agregando los ingredientes, manteniendo una temperatura estable por un determinado tiempo; posteriormente se deja reposar a la misma temperatura para que cuaje el producto, para posteriormente realizar lo que se denomina cortar la cuajada y se vacía en otro recipiente para que pase a la siguiente etapa del proceso; en esta parte se aplica el sistema de calentamiento mediante el principio de funcionamiento del calentador solar de agua doméstico, empleando esta tecnología que fácilmente supera las temperaturas requeridas nos permitan disminuir o incluso eliminar el uso de gas en esta etapa del proceso obteniendo un ahorro en los energéticos y haciendo más rentable la producción de estos productos para el fabricante.



Figura 1 Tina de acero inoxidable para cocinado de productos lácteos

El sistema de calentamiento (ver figura 2) consiste en un calentador solar de agua llega a calentar el agua a una temperatura de 80°C, las temperaturas que se requiere en el proceso de elaboración de queso, en la etapa de cocinado y cuajado las temperaturas que se requieren son de 40°C a 50°C; por lo que se puede dar las temperaturas requeridas con esta tecnología.

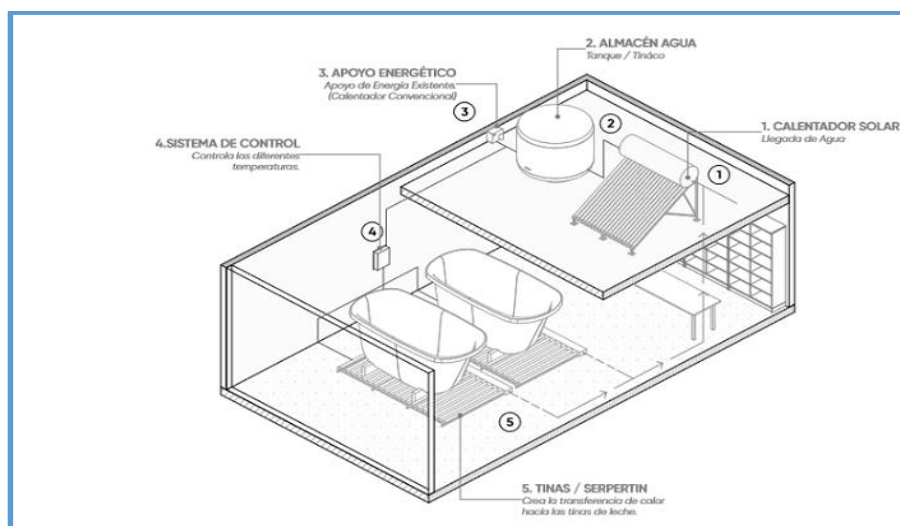


Figura 2. Prototipo de sistema de calentamiento para productos lácteos

Se describe cada componente del sistema de calentamiento, así como su función en el mismo (ver Cuadro 1), esto puede vareas según las necesidades del fabricante, y/o producto a elaborar; pero siempre conservado el principio básico del sistema de calentamiento.

Cuadro 1. Componentes y funciones en el sistema de calentamiento

No.	Dispositivo	Función
1	Calentador solar.	Es el dispositivo principal que elevara la temperatura del agua circulante en nuestro sistema a través de tubos fotovoltaicos, este calentador es de uso comercial sin embargo la aplicación será para el rubro elaboración de quesos, será adquirido de acuerdo a la capacidad requerida por cada cliente.
2	Almacén de agua.	Se contará con un tinaco o recipiente de almacenamiento del agua de 400 litros, este deberá estar aislado para evitar la pérdida de temperatura del agua, en esta parte podremos instalar una válvula de recuperación de agua por posibles pérdidas.
3	Apoyo energético.	Como medida preventiva se contará con un calentador de paso de gas para usarlo de manera alternativa cuando exista algún desperfecto en el sistema del calentador solar, podrá ser usado como apoyo para incrementar la temperatura de manera rápida.
4	Sistema de control.	Es un control de temperatura industrial que previamente programado nos asegurara que el agua que se inyecte de la línea alas tinas de cuajado vaya a la temperatura requerida mediante el ajuste manual local del set point.
5	Tinas de producto.	Son los equipos donde se realizará el intercambio de temperatura y se aprovechará el agua caliente generada en el calentador solar, dependiente de cada productor puede varias tamaño y forma.
Opcional	Bomba de recirculación	Este dispositivo será para darle más fluidez al agua recuperada para mantener un sistema de lazo cerrado y así evitar la pérdida y consumo de agua, de esta manera se le ofrecerá al cliente este beneficio extra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se realiza búsqueda de patentes de un periodo del 2010-01-01 al 2018-10-31 por internet en las páginas como GOOGLE PATENTS, WIPO PATENTS, IMPI SIGA con la palabra clave “calentador solar de agua” se obtuvieron un resultado de 668 patentes, pero lo que se encontró solo hablan de la aplicación en el uso doméstico, pero no se hace referencia en la aplicación en el proceso de cocinado y cuajado de productos lácteos como principal fuente de calor.

De igual manera de realiza búsqueda de patentes en el mismo periodo con la palabra clave “proceso elaboración de queso” se obtuvieron un resultado de 1216 patentes, pero no se encontró mención de los sistemas de calentamiento que se utilizan en la etapa de cocinado y cuajado en el proceso de elaboración de quesos frescos.

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este trabajo investigativo se estudió la implementación de un sistema de calentamiento para la elaboración de productos lácteos con la finalidad de impactar los gastos en los energéticos para la elaboración del producto reemplazando el gas que se utiliza como fuente de calor para la

transferencia de temperaturas que se requieren para el cocinado utilizando el principio de funcionamiento de un calentador de agua solar domestico adecuando la tecnología para emplearla industrialmente y obtener ahorros y eficientar el uso de energías renovables, con el desarrollo del diseño del calentador y circuito de tubería que garantice que se cumpla con los parámetros que se requieren para el cocinado del producto que cada fabricante requiere.

## **CONCLUSIONES**

Los resultados demuestran que la implementación de la tecnología en este campo es viable ya que las temperaturas requeridas en la elaboración de queso fresco son entre 40 °C a los 50 °C y los calentadores sobrepasan esas temperaturas, pero con la necesidad de desarrollar un circuito de tuberías que permitan el sostener la temperatura ya que todo está en función de las ubicaciones de los equipos y la pérdida de calor por la temperatura del medio ambiente es un factor a considerar en el desarrollo del sistema de calentamiento utilizando la energía solar. Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en el factor de aislamiento del circuito de tubería que permita la transferencia de calor que se requiere para el cocinado del producto ya que debido a que la ubicación de los equipos juega un factor importante para el sostener la temperatura en el trayecto y que entre a la tina con la temperatura que se requiere para el cocinado del producto lácteo.

## **LITERATURA CITADA**

- Antonio Madrid Vicente. (2017). PROCESOS BÁSICOS DE ELABORACIÓN DE QUESOS.
- Dr. Milind V. Rane. (2015). Comercialización de la invención antes de la concesión de la patente.  
India. Patentes
- Jesús Rodríguez Teresa Requena, Manuela Juárez Current Assignee. (2000). Procedimiento para la elaboración de quesos frescos con contenido en grasa reducido, a partir de leche concentrada por ultrafiltración
- R. SCOTT ROBINSON. (2002). Fabricación de queso. España: Editorial Acribia, S.A.

## USO DE DOS FUENTES DE COLINA EN DIETAS PARA CERDOS Y SU INFLUENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD

Roberto Jiménez-San Juan<sup>1§</sup>; Luis Felix-Gutierrez<sup>2</sup>; Martín Hernández-Mogica<sup>2</sup>; Graciano Aguado-Lara<sup>2</sup>; Salomon Blas-Hernández<sup>2</sup>; \*Ronaldo Reyes-Martínez

<sup>1</sup>Investigador Líder, Tecnológico Nacional de México-Huejutla, <sup>2</sup>Investigador colaborador, Tecnológico Nacional de México-Huejutla, \*Estudiante de Licenciatura, Tecnológico Nacional de México-Huejutla, §Autor de correspondencia: [rojisaju@hotmail.com](mailto:rojisaju@hotmail.com)

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de colina en cantidades adicionales al requerimiento de dos fuentes (sintética, 0.33% y natural de origen herbal, 0.33%), sobre variables productivas, características de la canal y concentración de urea en plasma, se realizó un estudio con 10 cerdos híbridos (Landrace × Pietrain) de ambos sexos en inicio ( $40 \pm 3.0$  kg peso inicial;) y 10 cerdos híbridos de ambos sexos en desarrollo (50 a 75 kg;  $\pm 3$  kg peso); y finalización (75 a 100 kg;  $\pm 3$  kg peso); con diez repeticiones cada tratamiento, con alojamiento individual y alimentación *a libre acceso*. Las dietas se elaboraron a base de sorgo-pasta de soya, aminoácidos sintéticos adicionados con colina. Cada etapa duró cuatro semanas, En cerdos para el caso de, crecimiento y finalización y para la iniciación se dio una semana de adaptación, el cual se evaluó la respuesta productiva en cerdos, determinando las características de la canal y la concentración de urea en plasma sanguíneo, donde solo presentamos avances de investigación y resultados promedios de los tratamientos, resultando grados de positividad en las tres variables mencionadas, el T2. (colina herbal) con una diferencia de 0.200 kg de ganancia de peso vivo contra el T1 (colina sintética) así como el porcentaje de medición de grasa dorsal de 14 mm para el T1 y para el T2 de 13.3 mm y para el promedio de área de grasa el T1 fue de 3264.8 mm<sup>2</sup> comparado con el T2 con 3190.3 mm<sup>2</sup>.

**Palabras clave:** *Colina sintética, colina herbal, variables productivas, características de la canal y concentración en plasma*

### ABSTRACC

The effect of choline was evaluated in additional quantities to the requirement of two sources (synthetic, 0.33% and natural herbal, 0.33%), on productive variables, characteristics of the channel and concentration of urea in plasma, a study was conducted with 10 hybrid pigs (Landrace × Pietrain) of both sexes at start ( $40 \pm 3.0$  kg initial weight;) and 10 hybrid pigs of both developing sexes (50 to 75 kg;  $\pm 3$  kg weight); and completion (75 to 100 kg;  $\pm 3$  kg weight); with ten repetitions each treatment, with individual accommodation and free access feeding. The diets were prepared based on sorghum-soybean paste, synthetic amino acids added with choline. Each stage lasted four weeks, in pigs for the case of growth and completion and for the initiation there was a week of adaptation, which evaluated the productive response in pigs, determining the

characteristics of the channel and the concentration of urea in blood plasma, where they only present We made advances in research and average results of the treatments, resulting degrees of positivity in the three variables mentioned, the T2. (herbal choline) with a difference of 0.200 kg of live weight gain against T1 (synthetic choline) as well as the percentage of dorsal fat measurement of 14 mm for T1 and for T2 of 13.3 mm and for the average fat area the T1 was 3264.8 mm<sup>2</sup> compared to the T2 with 3190.3 mm<sup>2</sup>.

*Key words: Synthetic hill, herbal hill, productive variables, characteristics of the channel and plasma concentration*

## **INTRODUCCION**

La eficiencia productiva en la industria porcina se refiere a la utilización óptima de los recursos disponibles para producir el mayor número de lechones y kilogramos de carne, de la mejor calidad y en el menor tiempo posible, desde la maternidad hasta la finalización del cerdo. A partir del siglo XX inicia una corriente creciente que pone mayor atención en mejorar el crecimiento y la conformación en los animales de abasto, a través de la mejora en la nutrición, selección genética y las técnicas de medición de estas variables; es así como hoy en día existen animales con altos índices de crecimiento y eficiencia alimenticia, que producen carne con mayor contenido de tejido magro y menos grasa (Mitchell AD, 2007)

Adicionalmente, la selección genética ha incrementado la prolificidad de la cerda, al originar camadas más numerosas al nacimiento, dada la mejora genética para mayor porcentaje de ovulación y supervivencia embrionaria o fetal (Foxcroft GR, 2009). La importancia del uso de la colina se ha documentado en corderos pre-rumiantes (NRC, 2007) y becerros (NRC, 2000; 2001). En vacas lecheras, la colina facilita la síntesis de fosfolípidos, la absorción y transporte de lípidos a la glándula mamaria, lo que favorece la síntesis de grasa de la leche (Erdman *et al.*, 1984; Santos y Lima, 2007). La colina presente o que se agrega a los alimentos se degrada en el rumen; por lo cual este nutrimento debe protegerse de la degradación para que los rumiantes la aprovechen mejor (Sharma y Erdman, 1989b). En busca de disminuir el uso de productos sintéticos una alternativa viable es el uso de productos de origen vegetal. Estudios en corderos demuestran que la adición de colina de herbal mejoró el peso vivo final cuando se alimentaban con altas raciones de granos (Godínez-Cruz *et al.*, 2015).

El objetivo de la presente investigación fue **Evaluar la adición de colina provenientes de dos fuentes, en dietas para cerdos y su influencia en las** en las variables productivas de cerdos desde el inicio hasta la finalización. Donde se esperó siempre que la suplementación con dos fuentes de colina (herbal y protegida) mejore las variables productivas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción del lugar de estudio**

El estudio se realizó en la Unidad Porcina del Instituto Tecnológico de Huejutla, ubicado en la Huasteca Hidalguense, entre los paralelos de 21° 9'13.07" de latitud norte y 98°22'7.07" longitud Oeste a una altura de 142 msnm.

### **Animales, dietas e instalaciones**

Se realizó un estudio con 20 cerdos híbridos (Landrace × Pietrain) de ambos sexos, los cuales se distribuyeron aleatoriamente en dos grupos experimentales: El grupo de colina sintética (CS, n=10) y el segundo grupo de colina natural (CN, n=10); el peso de los semovientes al inicio del experimento fue de  $40 \pm 3.0$  kg, los cuales en la primera etapa fue de adaptación y en la que se alcanzaron los  $50 \pm 3$  kg de peso, y en la etapa intermedia se obtuvieron semovientes de  $75 \text{ kg} \pm 3$  kg, y finalmente, en la última etapa se alcanzó tener semovientes de  $100 \pm 3.0$  kg de peso; Los tratamientos consistieron en T1: 0.333 kg/ton de cloruro de colina, T2: 0.333 kg/ton de colina herbal, los cerdos fueron alimentados a libre acceso con dieta elaborada a base de sorgo-pasta de soya con aminoácidos sintéticos (L-Lisina-HCL, DL-Metionina [Evonik Industries AG., Parsippany, NJ, USA], L-Treonina [Jefo Nutrition Inc., Saint-Hyacinthe, Québec, Canadá]). El manejo de los animales fue guiado con las recomendaciones de la Guía Biomédica Internacional de Principios para el Uso de Animales en Investigación (CIOMS, 2001) y las Especificaciones Técnicas para la Producción, Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio (NOM-062-ZOO-1999). Los cerdos se alojaron en corrales individuales de herrería (1.50×1.20 m) con piso de concreto, equipados con comedero metálico galvanizado de una boca, bebedero de chupón. La ventilación fue de manera natural, puesto que la granja se encuentra abierta y por las condiciones climáticas de la región (calurosas).

### **Toma de muestras y datos**

El primer día de cada semana se realizó el pesaje vivo, para obtener el peso inicial y el peso final (PVi, PVf, kg), dichos datos sirvieron para determinar la ganancia diaria de peso (GDP,  $\text{kg d}^{-1}$ ) y el consumo diario de alimento (CDA,  $\text{kg d}^{-1}$ ); se evaluó el alimento ofrecido contra menos el rechazado y la conversión alimenticia (CA); se midió la GDP/CDA, así como el primero y el último día se midió la grasa dorsal y el área del músculo *Longissimus dorsi* a nivel de la décima costilla utilizando un ultrasonido de tiempo real Sonovet 600 con transductor abdominal de 7.5 MHz (Medición, Inc., Cypress, California, USA). Asimismo, estos datos junto con los del peso vivo inicial y final se utilizaron para determinar el porcentaje de carne magra (PCMi, PCMf, %) inicial, final y la ganancia de carne magra (GCM,  $\text{kg d}^{-1}$ ), y para determinar la concentración de urea en plasma se tomaron muestras de sangre el día final de cada etapa por medio de punción en la vena cava utilizando tubos Vacutainer®; las muestras se colocaron en hielo hasta centrifugarse a 2,500 rpm. durante 20 min (IEC Centra 8R, International Equipment Company, USA) para separar el plasma del paquete celular. El plasma se transfirió a tubos de polipropileno para su almacenamiento

en un congelador EUR251P7W Tappan, Electrolux Home Products NorthAmerica, USA) a -20 °C hasta la determinación de la urea por espectrofotometría UV (Chaney, 1962).

### **Análisis estadístico**

Para la realización del presente proyecto se están realizando y corriendo los datos de un diseño experimental completamente al azar, donde la unidad experimental fue un cerdo alojado en corral individual. Las variables se analizarán con el procedimiento GLM y MIXED (SAS,2010) con el peso vivo inicial como variable; y la comparación de medias de tratamientos se realizaron con la prueba de Tukey (Steel DRG,1997) con el ( $P \leq 0.05$ ) de Nivel de significancia.

Para ello en el presente avance de investigación solo plasmamos promedios de peso y porcentaje de grasa dorsal tomado con ultrasonografía, y las muestras de plasma sanguíneo para determinar la cantidad de urea están en proceso.

### **RESULTADOS**

Como avance de la investigación, solo se plasman promedios de ganancia de peso, porcentaje de grasa dorsal y el área del músculo *Longissimus dorsi* por tratamiento, para lo cual la ganancia de peso promedio semanal de T1 de 6.100 kg y para el T2 6.300 kg; para el porcentaje de medición grasa dorsal para el T1 fue de 14 mm, para el T2 de 13.3; y para el promedio de área de grasa fue para el T1 fue de 3264.8 mm<sup>2</sup> y para el T2 fue de 3190.3 mm<sup>2</sup>, mostrando mejor respuesta en cerdos en ganancia de peso y en menor cantidad de grasa dorsal en el T2, animales alimentados con colina herbal.

### **CONCLUSION Y DISCUSIÓN**

Después de analizar los datos se concluye que: la adición de colina herbal tuvo un efecto positivo en ganancia de peso, ya que se presentó una disminución de grasa dorsal y área de grasa dorsal, puesto que se ganaron 200 gr más que el tratamiento con adición de colina sintética, sin embargo se analizarán las variables con el procedimiento GLM y MIXED (SAS,2010) donde nos dará estadísticamente la diferencia significativa, con lo cual podremos proceder a una discusión más amplia.

### **AGRADECIMIENTOS**

Al Tecnológico Nacional de México por depositar la confianza en este grupo de docentes y por financiar el proyecto de investigación, al Instituto Tecnológico de Huejutla por facilitar las Instalaciones de la posta porcina, así como no escatimar recursos humanos para la buena ejecución y desarrollo del proyecto.

### **LITERATURA CITADA**

- Best, C.H., and M.E. Huntsman. 1932. The effects of the components of lecithine upon deposition of fat in the liver. *Journal of Physiology*, 10: 405-412.
- Chaney AL, Marbach EP. Modified reagents for determination of urea and ammonia. *Clinical Chemistry* 1962;8:130-132.
- Ceron MS, Kessler AM, Ribeiro AML. Relatório de experimento: Estudo comparativo sobre o desempenho zootécnico e parâmetros sanguíneos de suínos em face de crèche recebendo duas fontes de colina na dieta. Porto Alegre, Brasil: Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO), Universidad Federal do Rio Grande do Sul; 2015:6-8.
- CIOMS (Council for International Organizations of Medical Sciences). "International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals". Geneva, Switzerland: CIOMS; 2001.
- Erdman, R.A., R.D. Shaver, and J.H. Vandersall. 1984. Dietary choline for the lactating cow: possible effects on milk fat synthesis. *Journal of Dairy Science*, 67: 410-415.
- Erdman, R. A., and R. A. Sharma. 1991. Effect of dietary rumen-protected choline in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 74: 1641- 1647.
- Foxcroft GR, Dixon WT, Dyck MK, Novak S, Harding JCS, Almeida FCRL. Prenatal programming of postnatal development in the pig. *Soc Reprod Fertil* 2009;66:213-231.
- García E. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. 5ª. Edición. México, DF: Instituto de Geografía, UNAM; 2004.
- Godinez-Cruz, J., O. Cifuentes-López, J. Cayetano, H. Lee-Rangel, G. Mendoza, A. Vázquez, and A. Roque. 2015. Effect of choline inclusion on lamb performance and meat characteristics. *Journal of Animal Science*, 93: 766, Suppl 3.
- Mitchell AD. Impact of research with cattle, pigs, and sheep on nutritional concepts: body composition and growth. *J Nutr* 2007;137:711-714.
- Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999). Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio. Ochoa MLI, editor. México, DF, México: Diario Oficial de la Federación; 2001.
- NRC., 2000. Nutrient requirements of beef cattle. Seventh revised edition. National Academy Press. Washington DC, USA.
- NRC., 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh revised edition. National Academy Press. Washington DC, USA.
- NRC., 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. Seventh revised edition. National Academy Press. Washington DC, USA.
- Pompeu MA, Lara LJC, Baião NC, Ecco R, Cançado SV, Rocha JSR, et al. Suplementação de colina em dietas para frangos de corte machos na fase inicial de criação. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2011;63(6):1446-1452.

- Ramanau A, Kluge H, Spilke J, Eder K. Supplementation of sows with L-Carnitine during pregnancy and lactation improves growth of piglets during the suckling period through increased milk production. *J Nutr* 2004;134(1):86-92.
- Santos, J. E. P., and F. S. Lima. 2007. Feeding rumen-protected choline to transition dairy cows. In *Proceedings of the 20th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*.pp. 149–160.
- SAS. *The SAS system for Windows (V8. SAS 9.3)*. Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc.; 2010.
- Steel DRG, Torrie JH, Dickey DA. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2<sup>a</sup> ed. México, D.F.: McGraw-Hill Co.; 1997.

## **CAPACITACIÓN, EXTENSIÓN DE PRODUCTORES DE TEMPORAL EN EL MANEJO AGROECOLÓGICO DE PLAGAS**

Ricardo Yáñez López<sup>2</sup>; Rosalinda América Montero Ramírez<sup>1\*</sup>; Marco Leonardo Juárez González<sup>1</sup>; María Monserrat Hernández Rodríguez<sup>1</sup>; Enrique Andrio Enríquez<sup>1</sup>; Luis Patricio Guevara Acevedo<sup>1</sup>; Francisca Ochoa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas km 8;

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Carretera Celaya-San Miguel de Allende km

6.5. Autor por correspondencia: [leonardojuarez2004@hotmail.com](mailto:leonardojuarez2004@hotmail.com).

### **RESUMEN**

La capacitación de productores agrícola en Guanajuato ha tomado especial importancia debido a los problemas de plagas que se han presentado en los últimos años, donde se ha identificado que la falta de herramientas que permitan tomar la mejor decisión pone de manifiesto la falta de información de los productores agrícolas de temporal. Debido a esto en 2019 se llevó a cabo un programa de capacitación en la preparación y uso de bioinsecticidas para el control de plagas de maíz, sorgo y frijol. Mediante la operatividad de grupos de trabajo y en coordinación con los organismos responsables del Desarrollo Rural en los municipios se realizó la agenda donde se incluían las comunidades que son polo de desarrollo en los municipios atendidos. Un total de 2751 productores se beneficiaron los cuales, en su mayoría mostraron interés en las prácticas de preparación de bioproductos, se tiene buena expectativa de la adopción de las técnicas propuestas.

*Palabras clave: Bioinsecticides, Rural Development, Agroecology.*

### **ABSTRACT**

The training of agricultural producers in Guanajuato has taken special importance due to the pest problems that have occurred in recent years, where it has been identified that the lack of tools to analyze the situations reveals the lack of information from the producers Temporary agricultural. Due to this, in 2019 a training program was carried out in the preparation and use of bioinsecticides for the control of corn, sorghum and bean pests. Through the operation of working groups and in coordination with the agencies responsible for Rural Development in the municipalities, the agenda was created where the communities that are development centers in the included. A total of 2751 producers were benefited which, for the most part showed interest in bioproduct preparation practices, there is good expectation of the adoption of the proposed techniques.

*Key words: Training, pests, diseases, budworm, plant extracts.*

### **INTRODUCCIÓN**

En Guanajuato de acuerdo a INEGI se tiene registro de 1,030,730.17 ha con actividad agrícola, de estas 341,954.70 ha tienen disponibilidad de agua para riego, y 688,775.48 ha dependen del temporal. Por otro lado de acuerdo a estadísticas del Servicio de Información Agroalimentaria (SIAP), durante el año agrícola 2018 en Guanajuato se establecieron 954,096.21 ha de cultivos cíclicos y perenes bajo riego y temporal. De estas 489,037.80 ha se sembraron en modalidad de riego y 465,058.41 bajo temporal. En cuanto a unidades de producción (UP) con actividad agrícola según el Censo 2007 existían 145,932. UP de las cuales, 47,777 tenían disponibilidad de riego y 114,187 eran de temporal. Lo anterior significa que existen alrededor de 114,187 productores que deciden que, cuando, como y cuando sembrar, así como las series de actividades que confieren el manejo del cultivo.

Bajo el sistema de producción de temporal más del 90% de la superficie sembrada es establecida con maíz, sorgo y frijol, siendo los primeros los mayormente establecidos. En temporal, la condición de monocultivo es una constante en los últimos años, causando junto con las prácticas de manejo un deterioro de los recursos naturales, provocando una serie de problemas como lo es, el incremento en la frecuencia, intensidad de las plagas y enfermedades. Prueba de esto es los daños causados por plagas como lo son gusano cogollero, chapulín, gallina ciega, pulgón amarillo entre otros (Medina, 2001) en los últimos años.

Debido a lo anterior la Secretaria de Desarrollo Agroalimentario y Rural junto con dependencias como Inifap, Fundación Guanajuato Produce, e instituciones de nivel superior como el Tecnológico de Roque iniciaron un programa de capacitación para elevar el nivel de las capacidades técnicas de los productores agrícolas de Guanajuato pero con el enfoque de manejo agroecológico de plagas. Los insecticidas naturales a partir de extractos vegetales constituyen una interesante alternativa de control de insectos, además que solo se han evaluado muy pocas plantas en relación a la fuente natural que ofrece el planeta, por lo que las perspectivas futuras en investigación, son aún mayores Whetzel (1935). Los insecticidas vegetales presentan la ventaja de ser compatibles con otras opciones de bajo riesgo aceptables en el control de insectos, como feromonas, aceites, jabones, hongos entomopatógenos, depredadores y parasitoides, lo que aumenta enormemente sus posibilidades de integración a un programa de Manejo Integrado de Plagas (Molina, 2001).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue capacitar a agricultores de temporal, en la preparación y uso de bioinsecticidas.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El Tecnológico de Roque en cumplimiento con su misión como institución propuso implementar y adecuar un modelo de extensionismo, para capacitar a los productores directamente en sus parcelas y comunidades, acerca de las estrategias a seguir, dentro y fuera de sus predios o parcelas, con la finalidad de manejar de manera racional las plagas de cultivos de temporal. Para lograr lo anterior, se identificaron tres niveles de capacitación a realizar, los cuales son: técnicos, estudiantes

y productores (Figura 1), las metas se indican en el Tabla 2. La capacitación a los tres niveles o grupos objetivo fueron los siguientes.

1. Conocimiento del ciclo biológico de la plaga, esto ayudará al productor a identificar las diferentes fases de desarrollo del insecto, así como sus hábitos de reproducción y alimentación.
2. Técnicas para el monitoreo de la plaga, con el fin de que el productor conozca las especies cultivadas y silvestres que son hospedantes de esta plaga y los sitios dentro de éstas en que se ubica en sus diferentes fases.
3. A partir del conocimiento del ciclo biológico y de las técnicas de monitoreo, se capacitará a los productores en conocimiento de productos biorracionales su formulación y forma de aplicación utilizando ingredientes de la región.

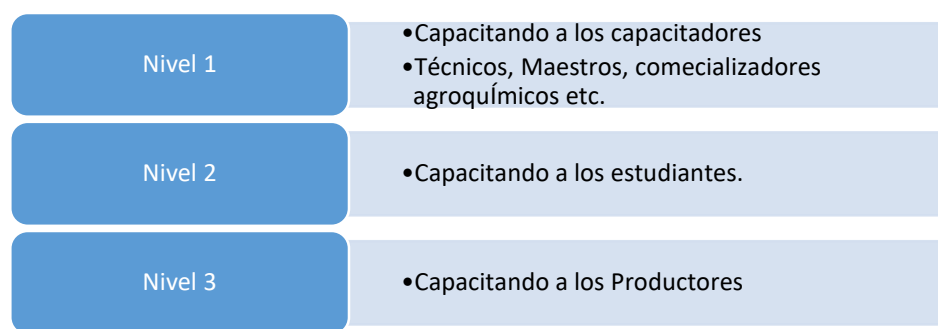


Figura 1. Niveles de capacitación incluidas en el proceso de extensionismo ejecutado.

Como **PRIMERA ETAPA** se asistió a cuatro sesiones de capacitación donde los técnicos responsables de la institución y los estudiantes de apoyo al programa recibieron la información necesaria para llevar el mensaje a los productores.

La capacitación se realizó en primera instancia a través de eventos organizados por SDAYR y posteriormente dichas capacitaciones se replicaron al interior de la institución (Tabla 1).

Tabla 1. Capacitaciones recibidas por expertos en los temas a capacitar.

Fecha de capacitación	Temática
3 de abril de 2019	Manejo agroecológico de plagas y enfermedades.
3 de mayo de 2019	Manejo de plaguicidas con enfoque en protección de abejas.
8 de mayo de 2019	Manejo fitosanitario y usos alternativos de chapulín.
25 de julio de 2019	Manejo del Gusano Soldado en Guanajuato

Cada grupo de trabajo fue dotado de equipo y material impreso para entregar a los productores. Para la programación de las pláticas se contactó al encargado de Desarrollo Rural, Delegados y Comisariados y se organizó una agenda de atención en cada municipio.

En una **SEGUNDA ETAPA** Los técnicos de universidades y profesores realizaron sus capacitaciones en los institutos, donde se prepararon a alumnos que reúnan las características deseables para este programa.

Y en una **TERCERA ETAPA** los técnicos de campo y estudiantes. Realizaron las capacitaciones en las comunidades donde se encuentran los productores de temporal en el área objetivo (Figura 2).

Las sesiones de capacitación incluyeron aspectos teórico-prácticos en un lenguaje sencillo adaptado a la realidad del productor para facilitar la aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos y que el productor obtenga un beneficio práctico de su aplicación.

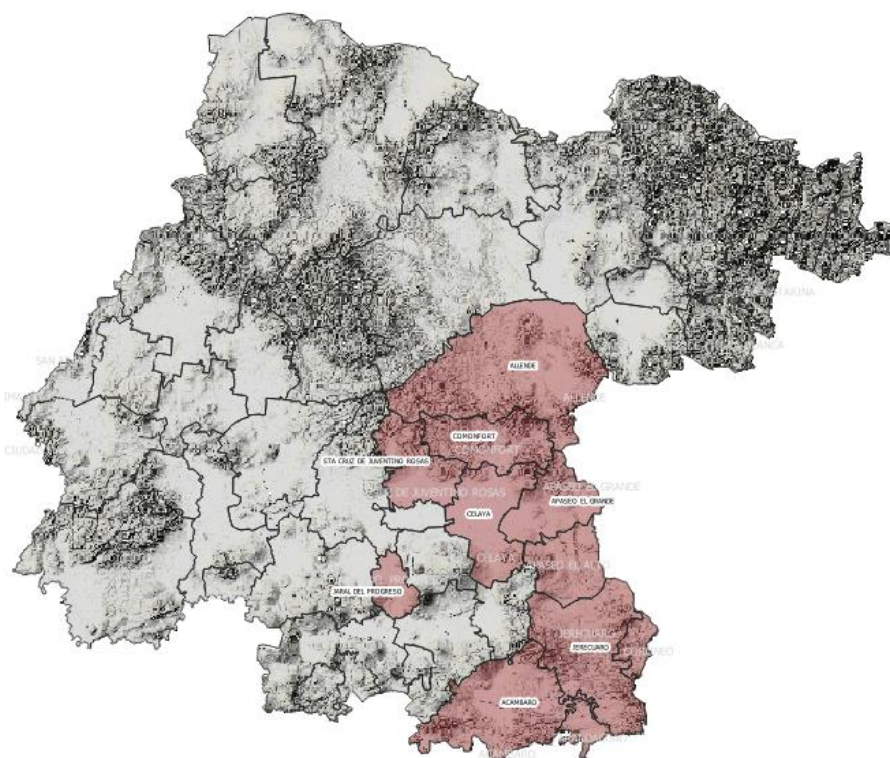


Figura 3. Municipios donde se realizó la capacitación por docentes.

Tabla 2. Municipios y meta de personas a capacitar por el Tecnológico de Roque

Municipio	Meta de Personas a capacitar
Acámbaro	300
Apaseo el Alto	300
Apaseo el Grande	200
Celaya	200
Comonfort	300
Coroneo	100
Jaral del Progreso	100
Jerécuaro	300
San Miguel de Allende	100

Santa Cruz de Juventino Rosas	300
Tarandacuaao	150
<b>Total</b>	<b>2350</b>

### Indicadores de desempeño

Los indicadores de resultados e impactos a considerar que para evaluar las acciones fueron.

Actividad	Formula de evaluación	Unidad de medida	Línea Base
Productores atendidos	$\frac{\text{Productores capacitados}}{\text{Productores capacitados programados}} \times 100$	%	$\frac{2350}{2350} \times 100 = 100\%$
Municipios atendidos	$\frac{\text{Muicipios atendidos}}{\text{Municipios programados}} \times 100$	%	$\frac{11}{11} \times 100 = 100\%$

### RESULTADOS

Con la formación de cuatro grupos de trabajo donde se incluía un docente responsable y tres estudiantes se realizaron 83 reuniones de capacitación, la mecánica fue, que de manera prioritaria el responsable de Desarrollo Rural del municipio convocaba a reunión de capacitación con los productores de las comunidades que son polos de desarrollo y que de manera histórica han tenido problemas de plagas en los cultivos de maíz frijol y sorgo.

Los resultados nos indican que se logró atender a los once municipios acordados, alcanzando un total de 2751 productores (Figura 3). Las actividades realizadas excedieron la meta con 401 productores lo que equivale a un 17% por arriba de la meta planteada. Es importante comentar, que los productores mostraron especial interés en los formulados o bioinsecticidas, especialmente las mujeres, por lo que existe buenas expectativas en la gradual adopción de estas prácticas.

En la Figura 4 se puede observar el número de personas capacitadas por municipio, en todos los casos se excedió la meta de personas. Los municipios con los mayores excedentes de personas capacitadas son Celaya, Comonfort, y Apaseo el Alto. Si desglosamos por género, podemos observar que se atendieron a 1080 mujeres y 1671 hombres (Figura 5). Esto nos indica que existe una mayor participación de hombres en los eventos de capacitación. Durante los eventos realizados la mayoría de los productores eran personas de la tercer edad, y se anticipa que en pocos años existirá un cambio generacional en las unidades de producción, sin duda esta situación debe aprovecharse para realizar un cambio en la manera de pensar de los productores, lo que debe favorecer la adopción de técnicas que promuevan el cuidado de los recursos naturales.

Aunque el presente estudio no incluye resultados de la adopción de la tecnología, en futuros trabajos debe de incluirse los mecanismos de evaluación de la adopción de estas prácticas. Así, mismo existe un gran número de técnicos que todos los días están en contacto con los productores,

esta situación debe ser aprovechada para que bajo un programa coordinado escuela, organismos que realicen extensionismo (masagro, Inca Rural, Cesaveg etc) sigan trabajando en el uso racional de los recursos del campo y sobre todo el cuidado del ambiente.

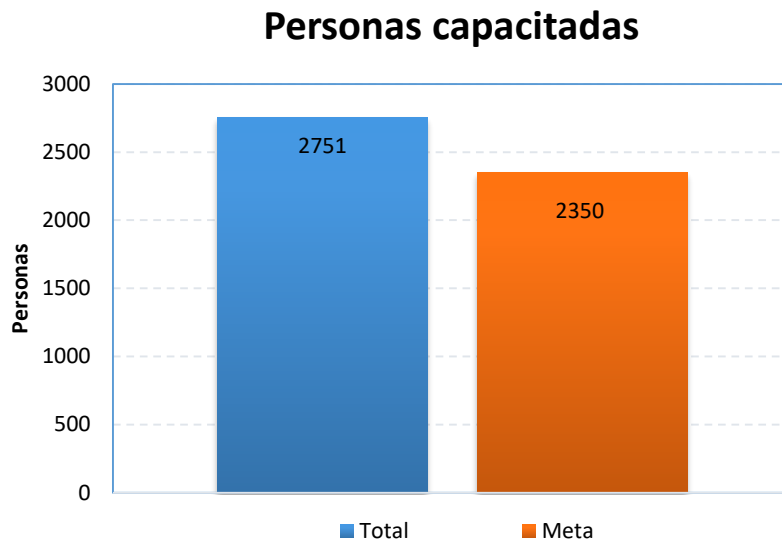


Figura 3. Meta comprometida en el programa de capacitación en los once municipios y total de personas que se atendieron con los eventos realizados.

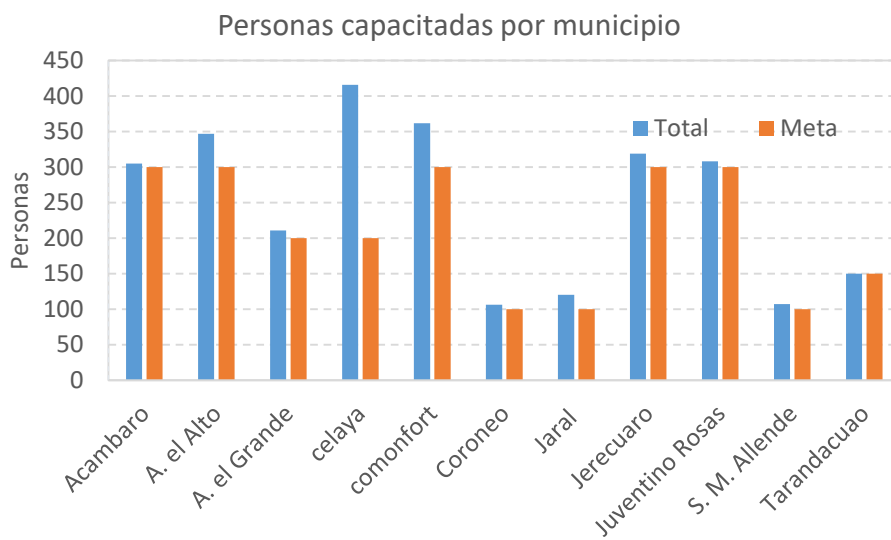


Figura 4. Detalle de personas capacitadas y meta por municipio.

## Capacitación por género

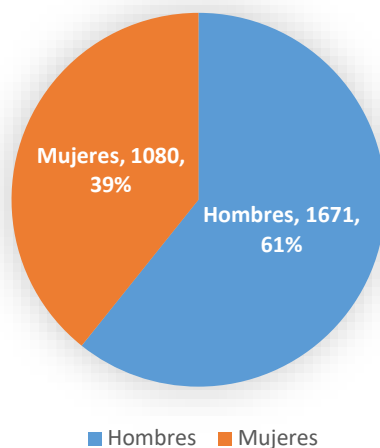


Figura 5. Número de personas capacitadas clasificadas por género.

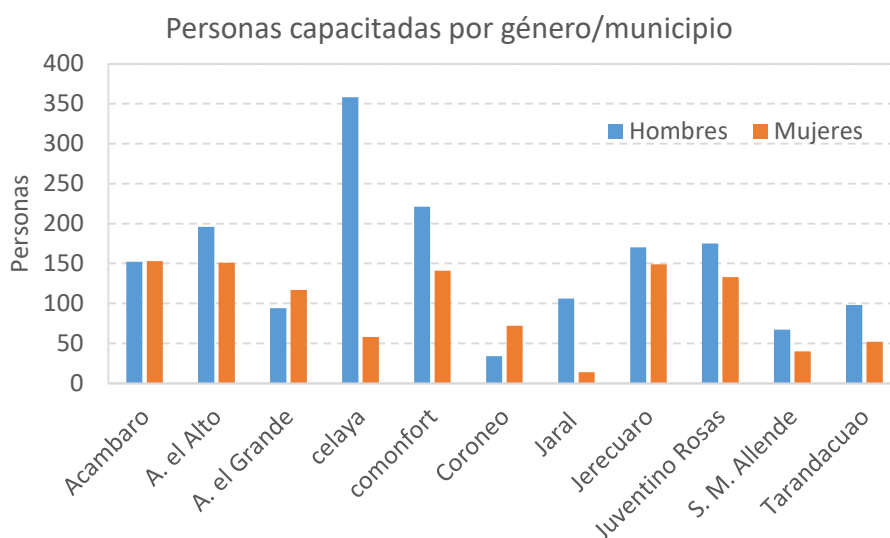


Figura 6. Detalle de personas capacitadas clasificadas por género.

## CONCLUSIONES

El interés en nuevas técnicas de manejo de plagas y enfermedades está presente en los productores agrícolas de los municipios atendidos, sin embargo las mujeres muestran mayor iniciativa en el uso y aplicación de estas metodologías.

Existe la expectativa de que los programas que son llevados a las comunidades son para recibir apoyos en especie o dinero, esta situación no favorece los procesos educativos con los productores, ya que al darse cuenta de que solo recibirán conocimiento pierden el interés por asistir. No identifican el valor del conocimiento y el valor monetario prevalece sobre este.

Existe un área de oportunidad con la capacitación de productores, donde las instituciones de educación deberán jugar un papel importante ya que son centros del conocimiento, el cual debe ser llevado a las comunidades de los productores agrícolas del estado.

El cambio generacional que se está viviendo en las unidades de producción de temporal debe ser aprovechado para facilitar la transferencia de tecnología.

### LITERATURA CITADA

- Casmuz, A.; Juárez. M.L.; Socías, M. G.; Murúa M. G.; Prieto, S.; Medina S.; Willink, E.; Gastaminza, G. Revisión de los hospederos del gusano cogollero del maíz *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera Noctuidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, v. 69, n. ¾, p. 209-231, 2010.
- Concepto de definición de, Redacción. (Última edición: 25 de julio del 2019). Definición de capacitación. Recuperado de: <https://conceptodedefinicion .de/capacitación/>.
- Duke, S.O. 1990. Natural pesticides from plants. pp. 517-523. En: Janick, J. y J. E. Simon (Eds.). Advances in new crops. Timber Press. Portland, Oregon. 829 p.
- Gómez Ing. Agr. M, 2000, Importancia del arbolado en el entorno urbano y rural Cátedra de Parques y Jardines Universidad Nacional de San Luis. (mgomez@fices.unsl.edu.ar). [http://www.rama.com.ar/rama\\_newweb/paginas/mirtagomez.pdf](http://www.rama.com.ar/rama_newweb/paginas/mirtagomez.pdf)
- Medina, N. 2001. Uso de extractos botánicos en control de plagas y enfermedades. Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 59, 76-77.
- Molina, N. 2001. Uso de extractos botánicos en el control de plagas y enfermedades. pp. 56-59. En: Avances en el fomento de productos fitosanitarios no sintéticos. Manejo integrado de plagas. CATIE, Costa Rica.
- Paker, J. S, 1987, Control de plagas de plantas y animales, primera edición, editorial limusa, pag. 28,29.

**GERMINACIÓN ESTÁNDAR DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L.) DE SEMILLAS PROVENIENTES CON APLICACIÓN DE *Trichoderma* sp**  
**STANDARD GARBANZO GERMINATION (*Cicer arietinum* L.) FROM SEEDS FROM APPLICATION OF *Trichoderma* sp**

Brenda Georgina Medina Gómez<sup>1</sup>; Maricruz Martínez Lara<sup>1</sup>; A. Luis Rey Garduño Ferrusquía<sup>1</sup>; Estéfana Alvarado Bárcenas<sup>2§</sup>; Juan Gabriel Ramírez Pimentel<sup>2</sup>; César Aguilar Pérez<sup>2</sup>; Blanca Cecilia Ramírez López<sup>2</sup>; Francisco Chablé Moreno<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Alumnas de Agronomía TNM-Roque, <sup>2y4</sup>Docentes del TNM-Roque. §email: [estefana3@hotmail.com](mailto:estefana3@hotmail.com)

**RESUMEN**

El objetivo del presente trabajo fue realizar prueba de germinación estándar en semillas de garbanzo sometidos a tratamiento de diferentes especies de *Trichoderma* sp. El garbanzo es importante por su contenido en proteínas de 20%, además contiene minerales, fibras, vitaminas y calorías, es un alimento de alto valor nutrimental para el consumo humano y animal. Existe variedades que presentan cierta tolerancia a enfermedades de raíz, la variedad “Blanco banoro”, presenta tolerancia a la rabia (*Fusarium spp*). Este cultivo se produce en más de 50 países (89.7% en Asia, 4.3% en África, 2.6% en Oceanía, 2.9% en América y 0.4% en Europa). En México durante el periodo O-I, 2018 se sembró una superficie de 104, 487 ha, con una producción de 210, 918 t. El experimento se estableció en el Laboratorio del Departamento de Ciencias Agropecuarias en TNM-Roque. La prueba de germinación estándar se realizó con la variedad Blanco banoro, establecidas en el ciclo anterior con *Trichoderma* y dos dosis de fertilización, se establecieron tres repeticiones de 100 semillas, en la Técnica entre papel. El diseño experimental fue completamente al azar, con seis tratamientos y tres repeticiones de 100 semillas para la germinación (%) y se consideró 13 plántulas en la evaluación de variables: número de raíces secundarias y terciarias, número de hojas, peso seco. Los datos se sometieron a un ANAVA y los tratamientos diferentes estadísticamente se les aplicó la prueba de comparación de medias. Los análisis estadísticos presentaron diferencias estadísticas significativamente y altamente significativas. La prueba de germinación estándar de garbanzo el mayor porcentaje de germinación con *T. esperelum* con dosis alta de fertilización. Las raíces secundarias y terciarias destacaron el empleo *T. esperelum* en ambas dosis de fertilización. El empleo de cepas nativas de *Trichoderma* spp., adaptadas a las condiciones agroecológicas de la región, puede ser una alternativa biocontrol y biofertilización en varias especies de cultivo.

**Palabras clave:** Germinación estándar, garbanzo, Blanco banoro, *Trichoderma*,

## ABSTRAC

The objective of this work was a standard germination test on chickpea seeds, sometimes a treatment of different species of *Trichoderma* sp. Chickpea is important for its 20% protein content, it also contains minerals, fibers, vitamins and calories, it is a food of high nutritional value for human and animal consumption. There is a variety that has a certain tolerance to root diseases, the variety “Blanco banoro”, has a tolerance to rabies (*Fusarium* spp). This crop is produced in more than 50 countries (89.7% in Asia, 4.3% in Africa, 2.6% in Oceania, 2.9% in America and 0.4% in Europe). In Mexico during the O-I period, 2018, an area of 104, 487 ha was sown, with a production of 210, 918 t. The exploitation experiment in the Laboratory of the Department of Agricultural Sciences in TNM-Roque. The standard germination test was carried out with the Blanco banoro variety, established in the previous cycle with *Trichoderma* and two fertilization doses, three repetitions of 100 seeds were established, in the technique between paper. The experimental design was completely random, with six treatments and three repetitions of 100 seeds for germination (%) and considered 13 seedlings in the evaluation of variables: number of secondary and tertiary roots, number of leaves, dry weight. The data is added to an ANAVA and the statistically different treatments are applied to the media comparison test. Detailed statistical analyzes significantly and highly improved statistical differences. The standard chickpea germination tests the highest germination percentage with *T. esperelum* with high dose of fertilization. Secondary and tertiary roots highlighted the use of *T. esperelum* in both doses of fertilization. The use of native strains of *Trichoderma* spp., Adapted to the agroecological conditions of the region, can be an alternative of biocontrol and biofertilization in several crop species.

*Keywords: Standard germination, chickpea, white whitish, Trichoderma.*

## INTRODUCCION

El garbanzo (*Cicer arietinum* L.) es la segunda leguminosa de importancia en el mundo (Cutiño-Escalona *et al.*, 2012). En México, su uso ha sido limitado, siendo una leguminosa rica en proteínas (18-25%) y de alto valor biológico. El estado de Guanajuato ha logrado posicionarse hoy en día como el cuarto lugar con el 4.6% de la producción nacional de garbanzo blanco, mientras que Sinaloa produce el 49.8%, actualmente este cultivo se ha catalogado como un cultivo de alternativa para este estado debido a que representa una mejora en la economía local, así como a la creciente demanda de productos agroindustriales del país.

El garbanzo presenta un alto contenido de proteínas, además de contener minerales, vitaminas, fibras y calorías, por lo que es un alimento de alto valor nutrimental tanto para consumo humano como animal. Este cultivo se destina al consumo nacional y otra parte a exportación de mercados de Europa y Medio Oriente (Yadav *et al.*, 2007; Dusuceli *et al.*, 2007; Aguilar y Vélez, 2013; Ponce-Fernández *et al.*, 2019).

Este cultivo representa la quinta leguminosa en importancia en base de la producción de grano, después de la soya, cacahuate, frijol y chícharo. Su principal productor y consumidor es la India, le siguen Turquía, Pakistán, Irán y México se encuentran dentro de los principales productores de garbanzo en el mundo. En México actualmente se siembran cerca de 100,000 ha de garbanzo blanco y poco más de 20,000 ha de garbanzo forrajero (SIAP, 2017), lo que posiciona al país como el octavo lugar a nivel mundial.

El garbanzo es un cultivo de bajo requerimiento de agua y que se adapta a las condiciones edafoclimáticas del estado. Es un mejorador natural de la fertilidad del suelo debido a su capacidad para fijar nitrógeno atmosférico en asociación con la bacteria *Rhizobium leguminosarum*, y contribuye en una mejora en la fertilidad del mismo (Kantar *et al.*, 2007, Resumen, 2010; Echeverría *et al.*, 2014).

La germinación consiste en la emisión de la radícula a través de la región micropilar de la semilla, es un atributo de calidad de las semillas que permite determinar las características de una buena calidad de semillas (Moreno, 1996). El garbanzo puede ser afectada desde la emergencia de la plántula por diversos patógenos, una manera de prevenir es la utilización de algunos géneros de *Trichoderma* o de *Bacillus* los cuales son hongos y bacterias de crecimiento rápido, se comportan agresivamente, contra otras especies que pretenden invadir las raíces de los cultivos agrícolas (Oliva-Ortíz, 2017), entre los problemas más severos que atacan a las raíces del cultivo del garbanzo se encuentra la denominada Fusariosis vascular (*Fusarium oxysporum f. sp. ciceris* (Jiménez y Jiménez, 2011), en suelos húmedos es una enfermedad devastadora de este cultivo que puede ser del 10-40% o ser devastadora para el cultivo (Guerrero *et al.*, 2015), una especie importante entre la *Trichoderma* es la *harzianum* y empleado en vario cultivos (Martínez *et al.*, 2013) en sábila en el control de *Sclerotium rolfsii* (González *et al.*, 2017), en el control de *Phytophthora capsici* en Chile (Romero-Arenas *et al.*, 2017). El objetivo del trabajo fue realizar la prueba de germinación estándar de semillas de garbanzo originado por la aplicación de tratamiento de diferentes dosis de *Trichoderma sp.*

## **MATERIALES Y METODOS**

El trabajo experimental se desarrolló en el Laboratorio del Departamento de Ciencias Agropecuarias del TNM-Roque. La ubicación geográfica 20°34'51.7'' N 100° 49' 40.2'' W, a una altura de 1775 msnm, a una temperatura anual de 21°C.

La germinación estándar consistió en poner a germinar semillas de garbanzo blanco de la variedad Blanco Blanoro, en la técnica entre papel, la cual se inició con la adición de una solución de Captán® (N-(triclorometilto) ciclohex-4-eno-1,2-dicarboximida) al (0.1% p/v) evitar el desarrollo de hifas de hongo, posteriormente se agregó una cantidad de agua para proporcionar la humedad suficiente y promover una germinación adecuada, para los seis tratamientos obtenidos de los tratamientos que se establecieron en campo, los cuales consistieron en: 1) *Trichoderma*

harzianum+80-60-00; 2) *Trichoderma asperelum*+80-60-00; 3); Cepa nativa+80-60-00; 4) T harzianum+40-30-00; 5) T. *asperelum*+40-30-00; 6) Cepa nativa+40-30-00.

Se consideró mantener la humedad suficiente y solo cuando se observaron riesgos de presencia inicial de hifas de hongos se volvió adicionar solución de Captán®. Para evaluar la germinación se tomó la lectura cada día después de establecido el experimento. Las semillas después del proceso de imbibición, lo que provocó la absorción de agua y rompimiento de la testa para el posterior desarrollo de la radícula y del hipocotilo, hojas y las raíces (primaria, secundarias y terciarias), donde cada una de estas variables también se registró sus datos desde el establecimiento de la semilla hasta 15 días que permaneció establecido el experimento. Para la obtención del peso en seco se tomaron dos muestras de cada repetición y se en dejaron secar en una estufa de secado solar durante 72 horas.

El diseño experimental fue completamente al azar con 6 tratamientos se realizaron 3 repeticiones con 100 semillas cada una. Las variables evaluadas fueron el porcentaje de germinación, vigor (emisión de hipocótilo y epicotilo), aparición de hojas cotiledóneas, número de raíces secundarias y terciarias, y peso seco de plántula, en el caso de la evaluación de plántulas se consideraron 13 plantas por cada tratamiento. Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico SAS (v 9.0) y posteriormente se aplicó la prueba de comparación de medias de (Tukey  $\alpha$  0.05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza de la prueba de germinación estándar de semillas de garbanzo, se obtuvo que la germinación a las 24 horas no presentó diferencias (ns); sin embargo, a las 48 horas arrojó diferencias estadísticas significativa ( $P \leq 0.05$ ). En el número de hojas y en el peso seco de plántula en las dos evaluaciones de 72 y 96 horas fue altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ) (Cuadro 1).

Cuadro 1. ANAVA de la germinación, número de hojas y peso seco de plántula de semillas de garbanzo provenientes de semillas tratadas con diferentes dosis de *Trichoderma*.

FV	gl	Cuadrados medios				
		Ger24h	Ger48h	NH72h	NH96h	PeSe (g)
Tratamiento	5	2.29 ns	0.69 *	4.25**	17.44**	0.33**
Error	30	1.14	0.78	0.65	3.00	0.07
Total	35	45.88	26.97	40.75	177.22	3.78
CV (%)		13.6	4.5	19.4	12.1	21.3

FV= Fuente de variación; CV (%) = Coeficiente de variación en por ciento, \*, \*\* = significativo a nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente; ns = No significativo estadísticamente. Ger24 = Germinación a las 24 horas, Ger28 = Germinación a las 48 horas, NH72h = Número de hojas a las 72 horas, NH96h = Número de hojas a las 96 horas, PeSe = Peso seco de plántulas g.

Los resultados de la prueba de medias (Tukey  $\alpha$  0.05) se obtuvo que la germinación a las 24 horas el tratamiento 4 fue superior; sin embargo, comparte estadísticamente su grupo con los tratamientos 5, 3, 2, 1, a las 48 horas todos los tratamientos presentaron una alta germinación con excepción del tratamiento 1. En el número de hojas a las 72 y 96 h fue el tratamiento 5 y 3 estadísticamente superiores, comparte el grupo con el tratamiento 2, en el peso de la plántula se observó que el tratamiento 4 y 3 fueron superiores en todo el desarrollo del experimento (Cuadro 2).

Cuadro 2. Prueba de comparación de medias de germinación, número de hojas y peso seco en semillas de garbanzo provenientes de diferentes dosis de aplicación de *Trichoderma*.

Descripción	Trat	Valores medios				
		Ger24	Ger48	NH72	NH96	PeSeco
<i>T. harzianum</i> +40-30-00	4	10.6 a	97.5 a	2.66 c	12.00 c	1.60 a
<i>T. esperelum</i> +40-30-00	5	10.3 ab	98.0 a	4.50 ab	16.33 a	1.03 b
Cepa nativa+80-60-00	3	3.6 ab	98.0 a	4.66 ab	16.00 a	1.36 ab
<i>T. harzianum</i> +80-60-00	2	3.6 ab	100.00 a	5.00 a	14.66 ab	1.03 b
<i>T. harzianum</i> +80-60-00	1	3.3 ab	61.0 b	4.00 ab	13.00 bc	1.06 b
Cepa nativa+40-30-00	6	1.01 c	95.0 a	3.66 b	13.66 bc	1.01 bc

Los valores con la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, Ger24 = Germinación a las 24 horas, Ger28 = Germinación a las 48 horas, NH72h = Número de hojas a las 72 horas, NH96h = Número de hojas a las 96 horas, PeSeco = Peso seco de plántulas g.

El resultado del ANAVA de número de raíces secundarias a las 120 y 144 horas, presentaron en la primera fecha de muestreo (120 h) diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) para el segundo muestreo (144 h) fueron significativas ( $P \leq 0.05$ ), en cuanto al número de raíces terciarias a las 216 horas se obtuvo diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis e varianza de número de raíces secundarias y terciarias de la germinación de semillas de garbanzo provenientes de diferentes dosis de *Trichoderma*.

FV	Gl	Cuadrados medios		
		NrSec120h	NrSec144h	NrTer216h
Trat	5	67.96**	27.20*	69.76**
Error	72	6.89	6.91	3.08
Total	77	836.11	634.15	570.00
CV (%)		17.28	13.25	21.70

FV= Fuente de variación; CV (%) = Coeficiente de variación en porcentaje; \*, \*\* = significativo a nivel de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente; ns = no significativo estadísticamente, NrSec120h = Número de raíces secundarias a las 120 h, NrSec144h = Número de raíces secundarias a las 144 h, NrTer = Número de raíces terciarias 216 h.

Los resultados de la comparación de medias (Tukey  $\alpha$  0.05) en el número de raíces secundarias a las 120 horas, se obtuvo que el tratamiento 6 (Cepa nativa+40-30-00) y el tratamiento 5 (*T. esperelum*+40-30-00) estadísticamente son iguales, los valores promedios más bajos con 18 raíces

secundarias fue el tratamiento 4. Para las raíces secundarios a las 144 horas, se obtuvo que el tratamiento 6 (Cepa nativa+40-30-00) fue estadísticamente superior con valor de 19.30 raíces secundarias y el tratamiento 3 con menor número de raíces con 12.8 raíces secundarias. Para las raíces terciarias se determinó que los tratamientos 5, 1 y 2 fueron estadísticamente superiores con un valor promedio de un rango de 9.69 a 10.61 raíces terciarias (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de comparación de medias de Numero de raíces secundarias y terciarias en garbanzo en aplicación de *Trichoderma*.

Descripción	Trat	Valores medios		
		NrSec120	NrSec 144	NrTer216
Cepa nativa+40-30-00	6	21.84 a	19.30 a	6.23 b
<i>T. esperelum</i> +40-30-00	5	21.30 a	15.07 bc	10.61 a
<i>T. harzianum</i> +80-60-00	1	19.46 ab	14.00 bc	9.69 a
<i>T. esperelum</i> +80-60-00	2	19.30 ab	13.92 bc	10.46 a
Cepa nativa+80-60-00	3	19.15 ab	12.84 c	6.23 b
<i>T. harzianum</i> +40-30-00	4	18.00b	16.00b	5.76 b

Los valores con la misma columna con la misma letra son estadísticamente iguales, NrSec120h = Número de raíces secundarias a las 120 h, NrSec144h = Número de raíces secundarias a las 144 h, NrTer = Número de raíces terciarias a las 216 h.

En la prueba de germinación estándar de Chícharo, realizada por Enrico *et al.* (2013) donde evaluó diversos fungicidas para prevenir la presencia de hongos a las plántulas recién germinadas y donde observó que ocasionalmente epicotilo presentó atrofia del tallo principal, desarrollando epicotilos secundarios por lo que se consideraron plántulas normales a los 5 días de establecida la prueba, y se obtuvo de un 62 a 72 % de la prueba de germinación, en esta investigación se obtuvo que el empleo de *Trichoderma esperelum* favoreció el porcentaje de germinación de la semilla de garbanzo alcanzando un 100% a las 48 horas.

De acuerdo con resultados de investigación de Sánchez-Yañez *et al.* (2014) al realizar el tratamiento con inoculantes a base de bacterias promotoras de crecimiento vegetal (BPCV) con las especies *Azotobacter vineladii* y *Burkholderia cepacia* en semillas del cultivo de garbanzo y evaluando en forma adicional niveles de fertilización nitrogenada, encontraron una respuesta positiva de la semilla de garbanzo a la doble inoculación con ambas BPCV, promovió tanto en el desarrollo de la plántula y en la etapa de floración, valores estadísticos diferente y significativo. Lo anterior sugiere una respuesta positiva del garbanzo que optimizó la dosis 50% del FN, por una acción sinérgica de los dos géneros de BPCV en sus raíces, los resultados de esta investigación se considera que son coincidentes ya que se logró identificar que el género *Trichoderma esperelum* promovió un mayor desarrollo de las plántulas que provienen de semillas tratadas con diferentes especies de *Trichoderma*.

Oliva-Cruz *et al.* (2017) al realizar pruebas de germinación donde realizaron la aplicación de *Pseudomonas*, *Trichoderma* y *Bacillus*. La cepa nativa de *Trichoderma* sp. HRG-060 destacó por la mayor inhibición micelial *in vitro* de cepas patógenas y por su capacidad de colonizar el 100 % de superficie del micelio crecido del patógeno en 3 días, que además tuvo influencia en la rendimiento de la planta, resultados que también concuerdan con Romero-Arena *et al.* (2017) al realizar el control de *Phytophthora capsici* L. con biopreparados de *Trichoderma* en el cultivo de tomate, en este sentido se puede señalar que en esta investigación los tratamientos con el empleo de *Trichoderma esperelum* en ambas dosis de fertilización promovió el mayor desarrollo de raíces, por los que resultados de la investigaciones resultan coincidentes con los investigadores, al determinar que se presentan cepas afines del cultivo que mejoran las características de las plántulas germinadas.

## CONCLUSIONES

Los análisis estadísticos presentaron diferencias estadísticas tanto significativamente y altamente significativas.

La prueba de germinación estándar de garbanzo el mayor porcentaje de germinación con *T. esperelum* con dosis alta de fertilización.

La presencia de raíces secundarias y terciarias destacan el empleo de *T. esperelum* en ambas dosis de fertilización y *T. harzianum* con dosis alta de fertilización.

La presencia de hojas se manifestó con mayor influencia en los tratamientos donde se empleó *T. esperelum* y la cepa nativa con dosis de fertilización alta.

Bajo estas perspectivas, el empleo de cepas nativas de *Trichoderma* spp., adaptadas a las condiciones agroecológicas de la región, presentan una capacidad conjunta de biocontrol y biofertilización en varias especies de cultivo.

## LITERATURA CITADA

- Aguilar RVG, y Vélez RJF. 2013. Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum* L). Departamento de Ciencias de Ingeniería Química, alimentos y ambiental. Universidad de las Américas, Cholula, Puebla. pp. 25-34.
- Cutiño-Escalona M. 2012. Inoculación de *Azobacter chroococcum* en el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum* L.). Revista Innovación Tecnológica. 18: 1-7.
- Dusunceli F, Wood JA, Gupta A, Yadav M, and Yavad SS. 2007. International trade. In: S.S. Yavav, R.J. Redden, W.Chen and B.Sharma (eds), Chickpea Breeding and Management. CAB Intl. Walliford, Oxfordshire, U.K. pp. 555-575.
- Enrico JM, Gallo CDV, Dignani D. 2013. Semillas de arveja: tratamientos eficaces para el control de patógenos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Recuperado de <https://inta.gob.ar/documentos/semillas-de-arveja-tratamientos-eficaces-para-el-control-de-patogenos>.

- Echevarría A, Cruz TA, Rivero D, Cárdenas RM, Martínez CB. 2014. Comportamiento agronómico de cultivares de garbanzo (*Cicer arietinum* L.), en condiciones del Municipio Los Palacios, Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*. 35 (3): 101-106.
- González CM, Puertas AA, Danger HL, López ÁS. 2017. Uso de *Trichoderma harzianum* Rifaii para el control biológico de *Sclerotium rolfsii* Sacc. en el cultivo de zábila (*Aloe vera* L.).
- Guerrero Z, Acosta GJA, Sánchez GBM, Ortega MPF, y González CM. 2015. Razas patogénicas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* en garbanzo cultivado en Guanajuato, México. *Rev. Fitotec. Mex.* 38: 183-190.
- Kantar F, Hafeez BF, Shivakumar G, Sundaram SP, Tejera NA, Aslam A, Bano A, and Raja P. 2007. Chickpea *Rizobium* management and nitrogen fixation. pp. 179-192, *In: S. S. Yadav, R.J Redden, Chen W, Sharma B (eds), Chickpea Breeding and Management CAB Intl. Walliford Oxfordshire, U. K.*
- Jiménez M, and Jiménez GMM. 2011. Integrated management of *Fusarium* wilt diseases. *In: Alves S, FM, and J Díez (eds). Control of Fusarium Diseases. Research Signpost, Kerala, India. Pp. 177-215.*
- Martínez B, Infante D, Reyes Y. 2013. Artículo reseña *Trichoderma spp.* y su función en el control de plagas en los cultivos *Rev. Protección Veg.* 28 (1): 1-11.
- Moreno EM. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Ed. 2da. Edit. Universidad Autónoma de México, México D.F.
- Oliva-Ortiz L del C, Velázquez-Alcaraz T de J, Sosa-Pérez R, Partida-Ruvalcaba L, Díaz-Valdés T, Arciniega-Ramos J, López-Orona CA. 2017. Control de la fusariosis vascular del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) por microorganismos nativos de Sinaloa, México. *Agrociencia* 51: 683-695.
- Ponce-Fernández NE, Polloreña-López G, Rosas-Domínguez C, Mariel López-Peñuelas V, Osuna-Izaguirre SC. 2019. Composición química, características funcionales y capacidad antioxidante de formulaciones de garbanzo (*cicer arietinum* l.) blanco sinaloa 92. *Agrociencia* 53: 35-44.
- Resumen del Taller de Intercambio. El cultivo del garbanzo. 2010. [Consultado: 20/10/2019] Disponible: <<http://www.infoagro.com/noticias/2010/zayintec>>.
- Romero-Arenas O, Amaro JL, Damián MA, Valencia de Ita MA, Rivera A, y Huerta M. 2017. Biopreparados de *Trichoderma spp.* para el control biológico de *Phytophthora capsici* en el cultivo de tomate de Puebla, México. *ITEA (2017), Vol. 113 (4), 313-324*
- Sánchez-Yáñez JM, Villegas MJ, Vela-Muzquiz GR, Marquez-Benavides L. 2014. Respuesta del garbanzo (*Cicer arietinum* L.) a la inoculación con *Azotobacter vinelandii* y *Burkholderia cepacia* a dosis reducida de fertilizante nitrogenado. *Scientia Agropecuaria* 5: 115-120.
- SIAP (Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. SAGARPA. México. <http://www.siap.go.mx> (Consultado el 04 de Diciembre del 2018).

## CAPACIDAD ENTOMOPATOGENA DE UN AISLAMIENTO NATIVO DE *Beauveria spp*

Cándido León-Bautista<sup>1</sup>, Zaida Crispín-Del Río<sup>1</sup>, Martín Antonio Higuera-Carrillo<sup>1</sup>, David  
Becerra-Esquivel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Tecnológico de Torreón (ITT). Carretera Torreón-San Pedro, km 7.5. Ejido Anna, Torreón, Coahuila,  
México. E-Mail: [leonbautistacandido9423@gmail.com](mailto:leonbautistacandido9423@gmail.com).

### RESUMEN

El presente experimento se realizó en el laboratorio de biotecnología del Instituto Tecnológico de Torreón con el fin de ver la capacidad infectiva del hongo *Beauveria spp*. Para esto primero se tuvo que aislar la cepa del hongo en medios de cultivos en cajas Petri para lo cual se preparó el medio de cultivo con papa dextrosa agar se dejó enfriar por 8 días para de ahí pasar a vigorizar el aislamiento de usando chapulines adultos como fuentes de nutrientes para ver la capacidad infectiva del hongo se dejó reposar en la incubadora por 5 días y se monitoreo los días para ver el resultado del hongo y a los primeros 4 días se empezó a notar en el cuerpo del insecto las primeras cepas del hongo.

**Palabras clave:** *Hincapié, Verticillium, Rhizopus, Fursarium, Bassianapor.*

### ABSTRACT

The present experiment was carried out in the biotechnology laboratory of the Instituto Tecnológico de Torreón in order to see the infective capacity of the fungus *Beauveria spp*. For this, the fungus strain had to be isolated first in culture media in Petri dishes for which the culture medium was prepared with potato dextrose agar was allowed to cool for 8 days, the isolation of using adult grasshoppers as Sources of nutrients to see the infective capacity of the fungus was allowed to rest in the incubator for 5 days and the days were monitored to see the result of the fungus and at the first 4 days the first strains of the fungus began to be noticed in the body of the insect.

**Key words:** *Hincapié, Verticillium, Rhizopus, Fursarium, Bassianapor.*

### INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el uso excesivo de plaguicidas ha impactado de manera negativa al ambiente, contribuyendo de igual manera al desarrollo de resistencia de plagas y enfermedades, así como la eliminación de enemigos naturales. Actualmente en la agricultura se hace hincapié en el uso de productos más amigables con el ambiente y la salud humana. En ese sentido, los microorganismos entomopatógenos constituyen una herramienta importante para el manejo integrado de plagas. (Intagri, 2014). Tal es el caso de los hongos entomopatógenos que poseen gran potencial como agentes controladores de poblaciones de artrópodos. Entre los géneros más

importantes están: *Beauveria*, *metarhizium*, *paecilomyces*, *verticillium*, *Rhizopus* y *Fusarium*. Dentro de estas, la especie más utilizada comercialmente alrededor del mundo es *Beauveria bassiana* por los resultados favorables que ha mostrado en el control de insectos plagas de diferentes cultivos (Intagri, 2014).

Por lo tanto en el siguiente experimento se busca sustituir el uso de agroquímicos por una estrategia de control biológico amable al ambiente, que no crea resistencia en los insectos plagas.

El Objetivo de este experimento fue, corroborar la capacidad entomopatógena del aislamiento nativo de *Beauveria*. Vigorizar el aislamiento usando como fuentes de nutrientes cuerpos de insecto plaga chapulín del desierto (*tanaoceridae*).

## MATERIALES Y MÉTODO

### Localización del área de estudio

El siguiente experimento se realizó en el laboratorio de biotecnología del Instituto Tecnológico de Torreón ubicado en la carretera Torreón –San Pedro Km 7.5, Ejido Ana. Torreón Coahuila, México.

### Trabajo de campo

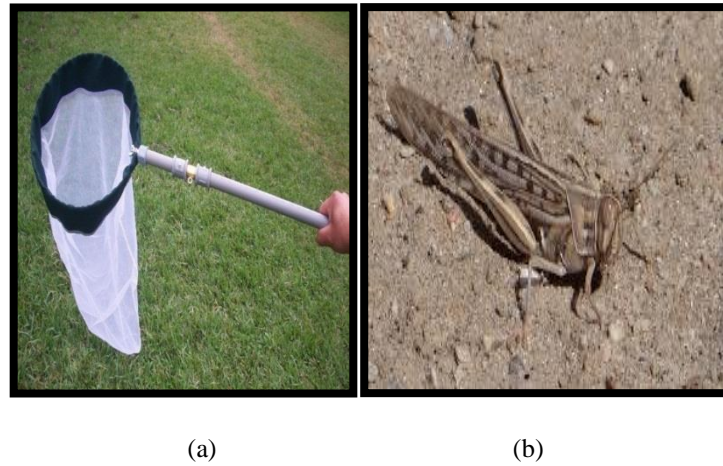
El material biológico utilizado en este experimento se obtuvo del aislamiento nativo, previamente purificado e identificado del género *Beauveria* spp presuntivamente entomopatógeno y que actualmente forma parte del cepario de hongos entomopatógenos del laboratorio de biotecnología del Instituto Tecnológico de Torreón.

Para llevar a cabo el presente experimento se colectó del área de campo del mismo Tecnológico con una red entomológica insectos adultos del género *Orthoptera* familia *Tanaoceridae*. A partir de estos se establecieron 20 unidades experimentales, las cuales se establecieron bajo condiciones asépticas en el mismo laboratorio colocando en una caja Petri tres insectos y tres torundas estériles de algodón saturadas con agua destilada estéril. En campana de flujo laminar se inocularon esclerocios del aislamiento nativo de *Bauveria* homogéneamente sobre los insectos, se etiquetaron y se llevaron a incubación.

Los materiales que se utilizaron en este experimento se muestran a continuación.



**Figura 1.** Cepa nativa de *Beauveria* spp.



**Figura 2.** (a) Red entomológica. (b) insecto adulto del genero Orthoptera familia *tanaoceridae*

### **Clasificación taxonómica de Orthóptera**

Reino: *Animalia*

Filo: *Arthropoda*

Clase: *Insecta*

Orden: *Orthoptera*

Suborden: *Caelifera*

Familia: *tanaoceridae*

### **Esterilización de materiales**

La esterilización de los materiales utilizados para el subcultivo del aislamientos nativo consistió en someter a 15 PSI durante 20 minutos el medio de cultivo papa dextrosa agar para 20 cajas de Petri de 100 x 15 mm en razón de 20 ml de medio por caja Petri llamando a este el medio de producción, además se esterilizo, aza bacteriológica y tubos de ensayo.

Para la esterilización de los materiales utilizados primero fue hacer torundas de algodón y meterlos en 1 frasco después fue tomar 2 matraz y echarle agua destilada y también puse 1 frasco de “gerber” con los insectos adultos, se realizó a vapor de agua utilizando una autoclave a presión de 15 PSI.

### **Preparación de la cepa de producción**

Para la preparación de la cepa de producción del hongo se limpió la campana de flujo laminar con papel y alcohol todo este trabajo se desarrolló bajo condiciones asépticas apoyándose de mecheros para aumentar las condiciones de esterilidad. Se inocularon 20 cajas Petri con el medio de cultivo se procedió a flamear el asa bacteriológica se dejó enfriar para proceder a inocular el hongo a las cajas con los medios de cultivos se sometió a incubación durante 8 días para la esporulación a 27 ° C en oscuridad total.

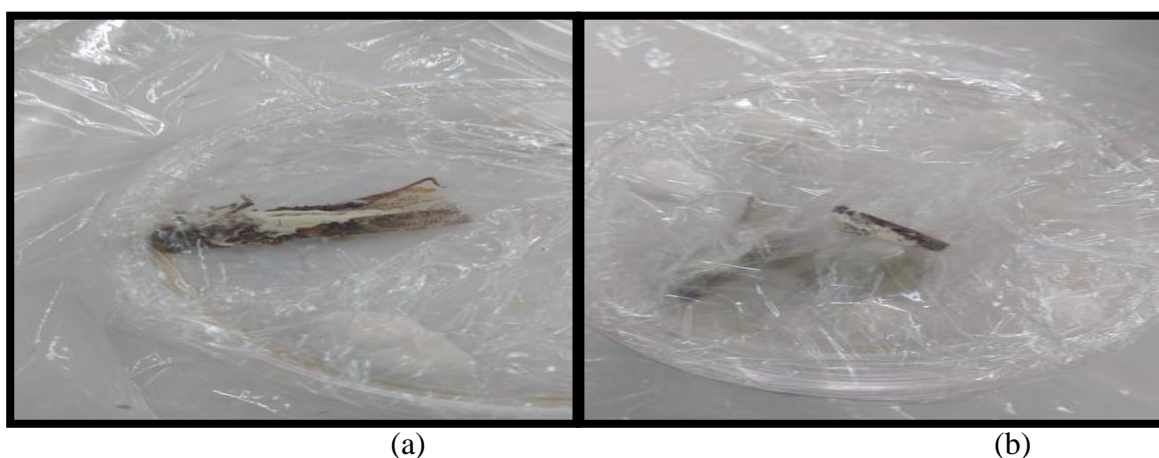
Una vez esporuladas las cajas Petri se seleccionaron las de mejor apariencia de esporulación y se inoculó una cantidad constante de esclerocios sobre cada uno de los insectos.



**Figura 3.** (a) inoculación del hongo *Beauveria spp.* A las cajas con los medios de cultivos. (b) se incubó las muestras durante 8 días para la esporulación a 27°C en oscuridad total.

### Inoculación de los insectos

Al día siguiente se procedió a inocular a los insectos adultos por cada caja Petri se colocó un insecto adulto y 3 torundas de algodón los cuales se humedecieron con el agua destilada estéril esto con el fin de mantener un ambiente mayor al 70 por ciento de humedad relativa se incubó a 27° C en oscuridad lo cual se dejó de 5 días para la germinación del hongo.



**Figura 4.** (a) y (b) se aprecia las esporas del hongo *Beauveria spp.* En los cuerpos de los insectos inoculados a los 4 días desde la incubación.

### Mecanismo del hongo entomopatógeno

El proceso de la enfermedad de los HEP sobre los hospederos se puede dividir en las siguientes fases: adhesión, germinación formación de apresorios, colonización y reproducción del patógeno. En todos los casos la unidad infectiva es la spora o el conidio que inician su proceso infeccioso cuando las esporas viables son retenidas en la superficie del integumento y se realiza la asociación entre patógeno y hospederos (khachatourians y Uribe 2004).



**Figura 5.** Muestra esquemáticamente el ciclo de vida del hongo.

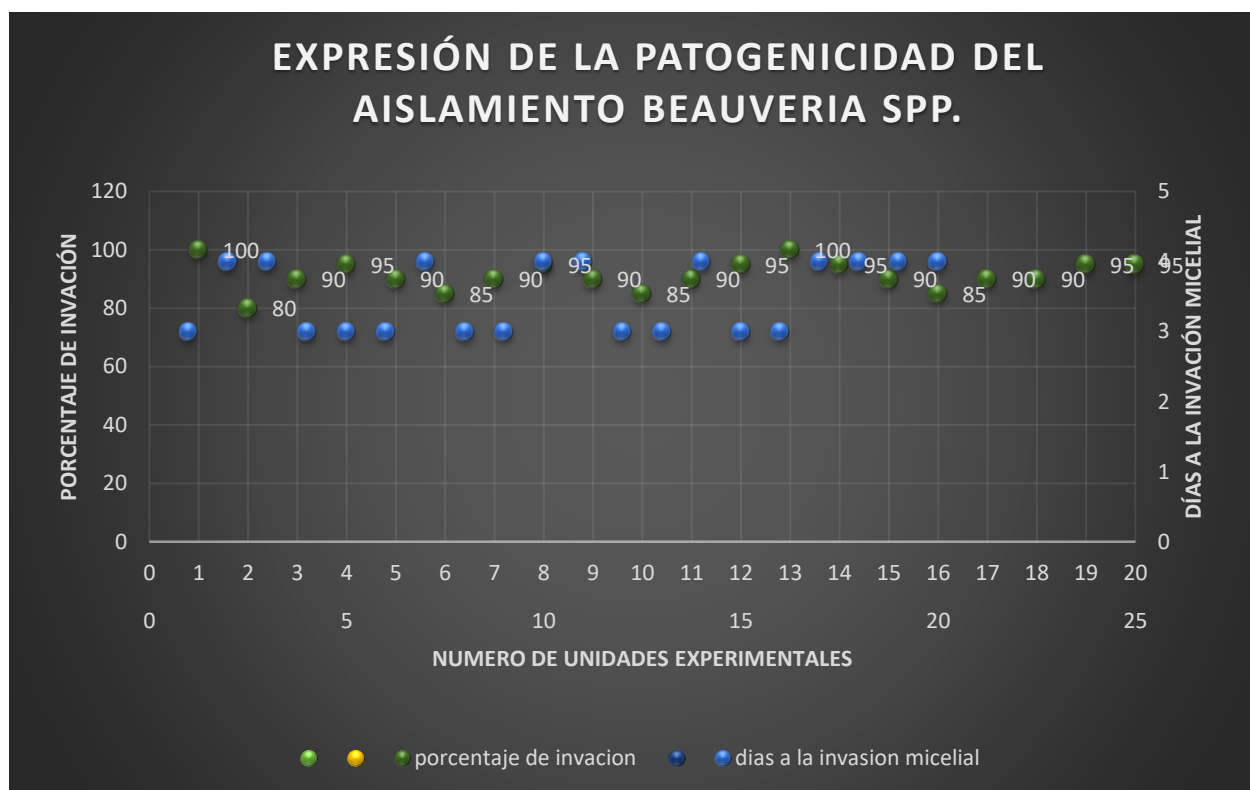
### **Beauveria bassiana**

La historia temprana de *B. bassiana* se inició en 1835. Agostino bassi di lodi en Italia, fue el primero en demostrar que un hongo puede causar enfermedades en los insectos, lo cual lo llevo a enunciar la teoría de los gérmenes de la enfermedad el observo una enfermedad del gusano de seda (*Bombyx mori*), a la que domino “muscardina blanca” y comenzó con los primeros experimentos de infección. El hongo fue estudiado y descrito por el naturalista Italiano Giuseppe Gabriel Balsamo- Crivelli en 1835, quien le dio el nombre *Botrytis bassiana*, en honor a Bassi. En 1911 Beauverie estudio el hongo de nuevo y en 1912 Vuillemin creo el nuevo género en honor a Beauverie, de los cuales la especie Beauveria bassiana se convirtió en la especie tipo. Actualmente *B. bassiana* es la especie más ampliamente distribuida del género, y es considerado un hongo entomopatogeno ubicuo que ha sido aislado de una amplia variedad de insecto de todos los órdenes (Zimmermann, 2007).

### **RESULTADOS**

Como resultado de este experimento a nivel laboratorio se muestra en la figura No. 6 que todas las unidades experimentales muestran invasión micelial entre el tercer y cuarto día.

Además de un alto porcentaje de invasión micelial fluctuando entre 80 a 100 por ciento de conidios en cada insecto.



**Figura 6.** Expresión de la patogenicidad del aislamiento de *Beauveria spp.*

De acuerdo a los resultados observados es evidente la capacidad entomopatógena y la severidad infectiva. Además de haber cumplido con el objetivo de vigorizar la cepa nativa con código de identificación

## CONCLUSIONES

El aislamiento nativo de *Beauveria spp* es un organismo entomopatógeno con una alta patogenicidad hacia los chapulines del desierto (*Tanaoceridae*).

Por lo que se recomienda continuar con este trabajo para evaluar la capacidad efectiva con otros insectos plagas importante en la región ya que este es un aislamiento nativo de la región.

## LITERATURA CITADA

- Brinkman, M. A. y Gerdner, W. A. 2000. Enhanced activity of *Beauveria bassiana* to red imported fire ant workers (Hymenoptera: Formicidae) infected with *Thelohania solenopsae*. Jour. Agric. Urban Entomol. Edit. 17(4). Pp. 191 – 195.
- Cañedo, V. y Ames, T. 2004. Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. Pub. Centro Internacional de la papa (CIP). Lima- Perú P. 62.
- Hajek, H. A. y Leger, R. J. 1994. Interactions between fungal pathogens and insect host. Ann. Rev. Of Emtomol. Edit. 39. Pp. 293 – 322.
- INTAGRI. (2014). *Beauveria bassiana* en el control Biologico de Patogeno. *Fitosanidad*.
- Khachatourians, G. G. y Uribe, D. 2004. Genomics of entomopathogenic fungi. En: Arora, D. K., Khachatourians, G. G. (Eds.). Elsevier Science. London. Applied Mycology and Biotechnology Edit. 4. Pp. 353-377, 434.

- Khachatourians, G. G. 1991. Physiology and genetics of entomopathogenic fungi. Marcel Dekker Inc. New York. USA. Handbook of applied mycology. Edit. 2. Pag. 613-663.
- Leger, S.R. J. 2007. *Metarhizium anisopliae* as a model for Studying Bioinsecticidal Host Pathogen Interactions. In: Capitulo de libro: Novel Biotechnologies for Biocontrol Agent Enhancement and Management Pp. 179.
- Samson, R. A. (2008). Atlas of entomopathogenic fungi. New York: Springer –Verlag. P. 187.
- Zimmermann, G. 2007. Review on safety of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Beauveria brongniartii*. Biocontrol Sci. Techn. Pp. 17: 553 -596.

## EFFECTO DE HIDROGEL Y ACIDO SALICILICO EN EL CULTIVO DE MAIZ BAJO CONDICIONES DE TEMPORAL

Leonardi Fisher Sánchez-García<sup>1</sup>; Bertha María Sánchez-García<sup>2</sup>; Francisco Manuel Márquez-Tovar<sup>3</sup>; Daniel Rodríguez-Mercado<sup>3</sup>; Hugo Cesar Cisneros-López<sup>3</sup>; Luis Patricio Guevara-Acevedo<sup>3§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto. <sup>2</sup>Estudiante de Doctorado en Ciencias en Producción Agroalimentaria. Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>3</sup> Docente Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [lpguevara@itroque.edu.mx](mailto:lpguevara@itroque.edu.mx)

### RESUMEN

Se realizó el experimento para determinar el efecto en parámetros agronómicos, la aplicación de hidrogel al suelo, aplicación foliar de ácido salicílico y la combinación de ellos sobre plantas de maíz (*Zea mays*) bajo condiciones de temporal, el experimento se desarrolló en Rancho El Colorado Mpio. De San Miguel de Allende Gto, en una parcela con un área de 4500 metros cuadrados. El diseño experimental se realizó por bloques al azar con un arreglo factorial A x B siendo Factor A la aplicación de hidrogel a tres diferentes concentraciones (100, 50, 25 Kg ha<sup>-1</sup>) y un testigo al cual no se le realizó ninguna aplicación, como factor B fue la aplicación de ácido salicílico vía foliar a una concentración de 6.7 mM empleando 8 tratamientos los cuales fueron: T1 100 Kg de hidrogel por ha, T2 50 Kg de hidrogel por ha, T3 25 Kg de hidrogel por ha, T4 fue el testigo sin aplicación de hidrogel, T5 100 Kg de hidrogel por ha más ácido salicílico, T6 50 Kg por ha más ácido salicílico, T7 25 Kg de hidrogel más ácido salicílico, T8 fue el testigo al cual solo se le aplicó ácido salicílico, cada tratamiento tuvo 4 repeticiones. Se realizó la siembra el 18 de julio de 2019 aplicando el hidrogel al momento de la siembra, a los 22, 37 y 52 días después de la siembra (dds) se hizo la aplicación de ácido salicílico (6.7 mM) a los tratamientos correspondientes vía foliar. La medición de variables del desarrollo vegetativo (diámetro de tallo, altura de planta, número de hojas y unidades SPAD de clorofila) se realizó a los 32, 47, 62 y 77 días después de la siembra (dds) tomando 5 plantas al azar por unidad experimental. Se realizó un análisis de varianza con un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial A X B, el programa SAS System (SAS, 2002) ver 9.1. Se observó efecto significativo con aplicaciones de 100 y 50 kg por ha de hidrogel para las todas las variables vegetativas que se midieron con respecto al testigo. Con aplicación de ácido salicílico se observó efecto significativo solo para el diámetro de tallo en comparación con plantas a las que no se les aplicó.

**Palabras clave:** Resistencia a sequía, elicitores, parámetros agronómicos

## ABSTRACT

The experiment was carried out to determine the effect on agronomic parameters, the application of hydrogel to the soil, foliar application of salicylic acid and the combination of them on corn plants (*Zea mays*) under temporary conditions. The experiment was carried out at Rancho El Colorado Mpio. From San Miguel de Allende Gto, on a plot with an area of 4500 square meters. The experimental design was carried out in randomized blocks with a factorial arrangement A x B being Factor A the application of hydrogel at three different concentrations (100, 50, 25 Kg ha<sup>-1</sup>) and a control to which no application was made, such as factor B was the application of salicylic acid via foliar at a concentration of 6.7 mM using 8 treatments which were: T1 100 kg of hydrogel per ha, T2 50 kg of hydrogel per ha, T3 25kg of hydrogel per ha, T4 was the control without hydrogel application, T5 100 kg of hydrogel per ha plus salicylic acid, T6 50 kg per ha plus salicylic acid, T7 25 kg of hydrogel plus salicylic acid, T8 was the control to which only salicylic acid was applied, each treatment had 4 repetitions. Sowing was carried out on July 18, 2019 applying the hydrogel at the time of sowing, at 22, 37 and 52 days after sowing (dds) the application of salicylic acid (6.7 mM) was made to the corresponding treatments via foliar. The measurement of vegetative development variables (stem diameter, plant height, number of leaves and SPAD units of chlorophyll) was performed at 32, 47, 62 and 77 days after sowing (dds) taking 5 random plants per experimental unit, an analysis of variance was carried out with an experimental design of randomized blocks with factorial arrangement A X B, the SAS System program (SAS, 2002) see 9.1. Significant effect was observed with applications of 100 and 50 kg per ha of hydrogel for all the vegetative variables that were measured with respect to the control. With the application of salicylic acid, a significant effect was observed only for the stem diameter compared to plants that were not applied.

*Key word: Drought resistance, elicitors, agronomic parameters*

## INTRODUCCIÓN

De acuerdo con los censos realizados por el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en el año 2017, en el periodo primavera-verano en estado de Guanajuato se sembraron 380,256 ha, de las cuales 132,325 ha bajo un sistema de riego y 247,931 ha en condiciones de temporal; cosechando 116,640 y 152,786 ha de riego y temporal respectivamente, lo que supone un decremento de 11.85 y 38.38 % de la superficie sembrada a cosechada para el sistema de producción bajo riego y temporal respectivamente. En el sistema de temporal la disminución del porcentaje fue debido a siniestro por sequía, aunado a ello los bajos rendimientos de 1.73 ton ha<sup>-1</sup> en comparación a los de riego con un promedio de 8.92 ton ha<sup>-1</sup>.

La sequía es un proceso meteorológico que ocurre cuando la precipitación es menor que el promedio en un periodo de tiempo dado y que además, este déficit de agua afecta al ecosistema y con ello daña las actividades humanas (CENAPRED, 2015). Este tema ha sido preocupación de

numerosas investigaciones por el impacto que tiene en cuanto a disponibilidad de agua consumible y con ello diversas consecuencias, entre ellas; pérdida de cosechas, conflictos sociales y desertificación. En los últimos años, se ha observado mayor variabilidad en las mediciones de algunas variables climáticas, lo cual se conoce como cambio climático, y como consecuencia muchos fenómenos meteorológicos podrían verse modificados (Crespo, 2017). Lo anterior, hace necesario plantear nuevas políticas para la gestión del agua y para afrontar la escasez de este recurso, y que ello permita fortalecer la agricultura y la seguridad alimentaria (IMTA, 2012). Las zonas áridas, específicamente son las que requieren especial atención, debido a la aleatoriedad y mayor recurrencia de las sequías, debido que México cuenta con ambientes áridos Clase B (precipitaciones máximas anuales de 500 a 800 mm), en una extensión superior a 50 % de la superficie total, con diversos grados de aridez en relación directa con las características de la precipitación pluvial (Velásquez *et al.*, 2013). En estas regiones se ubica 18 % de la población nacional (González, 2012).

Las zonas áridas, aunque productivas con uso intensivo de los recursos agua-suelo, son áreas de alto riesgo e impacto ambiental (Sánchez-Cohen *et al.*, 1997), lo cual hace necesaria la exploración constante de nuevas y apropiadas tecnologías que promuevan el uso eficiente de los recursos naturales, con un enfoque de mayor sustentabilidad. Gran parte de las tecnologías disponibles están orientadas hacia un mejor manejo del agua y suelo. El manejo del agua en el ámbito productivo abarca desde los sistemas de captación de agua de lluvia hasta los sistemas de riego eficientes, así como las técnicas de retención de humedad edáfica y el uso de materiales genéticos tolerantes al estrés hídrico (Núñez *et al.*, 1998; Lawlor y Cornic, 2002). En relación a los mejoradores del suelo y retenedores de humedad, se han explorado tanto los de origen natural como los sintéticos. Entre los primeros se encuentra el composteo orgánico; y en los segundos destaca el uso de hidrogel de poliacrilamida, constituido por copolímeros que absorben y retienen grandes cantidades de humedad y nutrientes del suelo, y los mantienen disponibles para la planta. El hidrogel comercial es granulado, cuenta con un contenido de materia seca que va de 85 a 90 %, cuenta con una densidad aparente de  $0.85 \text{ g mL}^{-1}$ , peso específico de  $1.10 \text{ g cm}^{-3}$ , y pH de 8.1 (Pedrosa *et al.*, 2015).

El hidrogel se puede definir como un material polimérico entrecruzado en forma de red tridimensional de origen natural o sintético, que se hincha en contacto con el agua formando materiales blandos y elásticos, y que retiene una fracción significativa de agua en su estructura sin disolverse. El mecanismo por el cual los polímeros son capaces de absorber tanto volumen de soluciones acuosas no es solamente físico, sino que depende de la naturaleza química del polímero. Las fuerzas que contribuyen al hinchamiento del hidrogel es la energía libre de mezcla y la respuesta elástica del entrecruzamiento (Carhuapoma y Santiago, 2005). Entre las características más importantes del hidrogel se encuentran su capacidad de absorción y retención de agua, que depende de la naturaleza de los monómeros empleados en su síntesis y del grado de

entrecruzamiento de la red macromolecular. Una aplicación que está cobrando interés en la actualidad es el empleo de estos polímeros en el campo de la agricultura, para aumentar la capacidad de retención de agua del suelo, favoreciendo el desarrollo de las plantas, ello se logra al mezclar el hidrogel con el suelo; por un lado, la planta aprovecha mejor el agua de lluvia o riego, al perderse menor cantidad de agua por filtración y, por otro lado, también se consigue disminuir la evaporación de la misma. Estos factores son suficientes para mejorar la actividad biológica y aumentar la producción del suelo. Diversos estudios mencionan que la utilización de polímeros produce una mejora de la estructura del suelo y de la aireación del mismo, ejemplo de ello es la recuperación de zonas semiáridas, terrenos de cultivos abandonados y poco fértiles cuando se emplea de forma extensiva, también se ha observado que el uso de los polímeros en suelos desérticos ha permitido mantener la humedad y en regiones montañosas, en las que las lluvias arrastran las sustancias necesarias para el desarrollo de cultivos, la liberación de sales orgánicas y abonos nitrogenados sea de manera controlada (González, 2007).

Por otra parte, el ácido salicílico (AS) es un compuesto fenólico que se encuentra de forma natural en numerosas especies vegetales, participando en la regulación de procesos fisiológicos de las plantas (Sakhabutdinova *et al.* 2003), en la actualidad el AS es considerado como una hormona vegetal (Raskin, 1992, 1992a). Aplicaciones de bajas concentraciones de AS principalmente en etapa de plántula, regulan diversos procesos fisiológicos y bioquímicos que afectan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Larqué-Saavedra y Martín-Mex, 2007; Hayat *et al.*, 2010). Estudios realizados en una gran variedad de plantas han demostrado que el AS induce un efecto protector cuando estas se encuentran bajo estrés, por ejemplo; incrementa la respuesta al control de patógenos e induce resistencia a enfermedades (Rivas-San Vicente y Plasencia, 2011) y al estrés (térmico, hídrico y salino) (Rivas-San Vicente y Plasencia, 2011) (Joseph *et al.*, 2010); acelera la floración (Martín-Mex *et al.*, 2012); regula la fotosíntesis y la respiración ( Joseph *et al.*, 2010; Hayat *et al.*, 2010); e incrementa la biomasa aérea (Villanueva-Couoh *et al.*, 2009) y de raíz (Martín-Mex *et al.*, 2013).

Diversos estudios respaldan los efectos del AS en las plantas, por ejemplo; el aumento inducido por AS en la resistencia del trigo a la salinidad (Shakirova *et al.* 2003) y estrés hídrico (Singh & Usha 2003; Borsani *et al.* 2001, Bhupinder & Usha 2003) del arroz en estrés por metales pesados (Mishra y Choudhuri 1999; Pal *et al.* 2002).

Vazirimehr y Rigi (2014) mencionan en sus estudios con diferentes cultivos de interés agrícola (maíz, trigo, soya, pepino y tomate), que el AS estimula e incrementa el contenido de clorofila, flavonoides, minerales, área foliar y peso seco de la planta y de igual manera regula la tasa de fotosíntesis, contenido de agua en las hojas y funciones de la membrana. Otras investigaciones mencionan que el AS afecta el crecimiento de la raíz induciendo cambios en la longitud, peso, perímetro, área y morfología de la raíz (Gutiérrez-Coronado *et al.*, 1998; Echevarría-Machado *et al.*, 2007; Villanueva-Cohuo *et al.*, 2009; Larqué-Saavedra *et al.*, 2010). Esta cascada de respuestas

pueden ser las responsables del incremento en el rendimiento de frutos encontrada en *Lycopersicon esculentum* Mill. (Larqué-Saavedra *et al.*, 2010), *Capsicum annuum* (Elwan y El-Hamahmy, 2009; Sánchez-Chávez *et al.*, 2011), *Carica papaya* (Martín-Mex *et al.*, 2012) *Capsicum chinense* y *Cucumis sativus* (Martín-Mex *et al.*, 2013), por citar algunos ejemplos. Es por ello, que el objetivo de la investigación fue determinar el efecto en parámetros agronómicos la aplicación de hidrogel al suelo, aplicación foliar de ácido salicílico y la combinación de ellos sobre plantas de maíz bajo condiciones de temporal.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del Experimento

El experimento se estableció en el ciclo primavera-verano 2019, bajo el régimen de temporal en una superficie de 0.450 ha, en la población de El Colorado, Municipio de San Miguel de Allende, que se localiza en las coordenadas longitud (dec): -100.57611, latitud (dec): 20.948333 y a 2130 metros sobre el nivel del mar (nuestro-mexico.com).

**Cuadro 1.** Tratamientos utilizados en el experimento.

No Trat	Factor A	Factor B
	Hidrogel (Kg ha <sup>-1</sup> )	Ácido Salicílico
1	100 Kg	-
2	50 Kg	-
3	25 Kg	-
4	Testigo	-
5	100 Kg	6.7 mM
6	50 Kg	6.7 mM
7	25 Kg	6.7 mM
8	-	6.7 mM

Se sembró el híbrido de maíz San Benito (Cincinnati Seeds<sup>®</sup>) con una sembradora tradicional de dos surcos, a distancia entre semillas de 8-9 cm, los surcos fueron de 0.8 m de ancho y 280 m de largo, constituidos por 4 bloques y 8 unidades experimentales por bloque, dejando 2 surcos de separación por bloque y entre unidad experimental 2 m.

### Diseño experimental y aplicación de tratamientos

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con arreglo factorial A x B, con una unidad experimental de 4 surcos de 35 m de largo y como parcela útil los 2 surcos centrales de 29 m de largo, eliminando 1 m de cada extremo. La división entre bloques fueron dos surcos sembrados con maíz. El factor A estuvo conformado por la cantidad de hidrogel aplicado al suelo, mientras que el factor B fue ácido salicílico aplicado vía foliar, así como un testigo absoluto donde no se aplicó nada (Cuadro 1).

La aplicación de los tratamientos con hidrogel se realizaron al momento de la siembra y los correspondientes con ácido salicílico se aplicaron de manera foliar más adherente (1 %) a los 22, 37 y 52 días después de la siembra (dds).

### Medición de las variables

#### Desarrollo Vegetativo

Para la medición de las variables de desarrollo vegetativo, a los 32 días después de la siembra (dds) se tomaron 5 plantas al azar de cada unidad experimental y se etiquetaron. Cada 15 días se midió las unidades SPAD de clorofila, altura de planta, número de hojas y diámetro de tallo de las plantas previamente etiquetadas. Para la medición de las unidades SPAD de clorofila se tomó una hoja, tomando lectura en la parte media de la hoja con la ayuda del equipo Spad 509 (Minolta®), las lecturas se realizaron entre 09:00 y 12:00 horas. Para el número de hojas, se contaron de manera manual. Para altura de planta, se midió desde el cuello de la planta hasta el cogollo, y para diámetro de tallo con ayuda de un vernier (Pretul®) se tomó lectura de la parte baja de la planta.

#### Análisis Estadístico

Con el promedio de las variables evaluadas se realizó un análisis de varianza, utilizando el programa SAS System (SAS, 2002) ver 9.1. Cuando existieron diferencias significativas en el análisis de varianza se realizó una comparación múltiple de medias Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza muestra que las fechas de muestreo, el FacA (Hidrogel) y la interacción del hidrogel por repeticiones (FacA x rep) mostraron efecto altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ) sobre todas las variables en estudio (altura de planta, número de hojas, diámetro de tallo y unidades SPAD de clorofila (Cuadro 2), estos resultados concuerdan con los reportados por Bach, (2013) quien reporto efecto significativo en la altura y diámetro de tallo de plántulas de pino (*Pinus radiata*) por efecto de aplicaciones de hidrogel en el sustrato. Mientras que, las aplicaciones de ácido salicílico (FacB) mostraron efecto altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ) sobre diámetro de tallo, sin embargo, el AS no presentó efecto en altura de planta, número de hojas y unidades SPAD de clorofila, estos valores coinciden en la variable de diámetro de tallo con los reportados por Tocuch-Haas *et al.* (2017) quienes reportaron efectos altamente significativos en el diámetro de tallo en plantas de maíz por efecto de ácido salicílico.

**Cuadro 2.** Cuadrado medio de las variables evaluadas en plantas de maíz por efecto de aplicaciones de hidrogel y ácido salicílico bajo condiciones de temporal.

		CM <sup>1</sup>			
FV <sup>2</sup>	GL <sup>3</sup>	Altura de planta (cm)	No. de hojas	Diámetro de tallo (cm)	Unidades SPAD de clorofila

Muestreo (M)	3	59080.603**	158.320**	24.749**	866.186**
FacA	3	737.712**	2.963**	0.418**	42.388**
FacA x rep	12	302.128**	0.626**	0.117**	57.233**
FacB	1	73.205 <sup>ns</sup>	0.0007 <sup>ns</sup>	0.266**	4.747 <sup>ns</sup>
FacB x rep	3	1.770 <sup>ns</sup>	0.560**	0.064**	31.101**
FacA x FacB	3	62.677 <sup>ns</sup>	0.091 <sup>ns</sup>	0.045*	6.186 <sup>ns</sup>
FacA x M	9	55.984 <sup>ns</sup>	0.131 <sup>ns</sup>	0.020 <sup>ns</sup>	7.951 <sup>ns</sup>
FacB x M	3	13.605 <sup>ns</sup>	0.054 <sup>ns</sup>	0.038*	16.563*
FacA x FacB x M	9	16.262 <sup>ns</sup>	0.132 <sup>ns</sup>	0.010 <sup>ns</sup>	11.116 <sup>ns</sup>
E.E	81	76.199	0.163	0.023	12.494
Total	127	-	-	-	-
CV		11.317	4.047	6.913	8.139
R <sup>2</sup>		0.968	0.974	0.976	0.787

<sup>1</sup>Cuadrado Medio, <sup>2</sup>Fuente de Variación, <sup>3</sup>Grados de Libertad

Para el caso de la aplicación de AS por repeticiones (FacB x rep), mostro efecto altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ) para número de hojas, diámetro de tallo y unidades SPAD de clorofila, no así para altura de planta. La interacción de hidrogel y aplicaciones foliares de AS y sin aplicación (FacA x FacB) observaron efecto significativo ( $p \leq 0.01$ ) para diámetro de tallo. En el factor hidrogel por muestreo (FacA x M) al igual que la interacción de aplicación de hidrogel por AS por muestreo (FacA x FacB x M) mostraron efecto no significativo ( $p \leq 0.01$ ) sobre todas las variables en el estudio. Mientras que la interacción AS por muestreo (FacB x M) mostraron efecto significativo ( $p \leq 0.01$ ) sobre las variables diámetro de tallo y unidades SPAD de clorofila.

Las dosis de hidrogel aplicadas al momento de la siembra de maíz afectaron significativamente ( $p \leq 0.1$ ) a las variables en estudio. La dosis de 50 % de hidrogel de la dosis comercial (DC) presentó los mayores valores para las variables de altura de planta, diámetro de tallo y unidades SPAD de clorofila (Cuadro 3). En la altura de planta las dosis de hidrogel al 50 y 100 % presentaron los mayores valores estadísticamente iguales con 81.475 y 80.181 cm de altura, seguido de la dosis de 25 % de hidrogel con 76.063 cm, mientras que el testigo mostro el menor valor con 70.819 cm de altura. Lo anterior indica que, con aplicaciones de hidrogel a dosis de 50, 100 y 25 % de la DC se aumenta en 15.04, 13.21 y 7.4 % respectivamente la altura de planta, con relación a plantas donde no se aplicó (testigo). Este resultado es mayor que el reportado por Bach (2013) quien observó un aumento del 7.95 % de la altura de plántula de pino (*Pinus radiata*) con aplicaciones de hidrogel en el sustrato respecto a plantas sin aplicaciones y menores a los valores reportados por Cruz-Martínez *et al.*, (2016) donde obtuvieron un aumento del 22.6 % en la altura de pasto buffel.

Por otro lado la variable diámetro de tallo con dosis 50 y 100 % resultaron con los mayores valores (2.299 y 2.285 cm) estadísticamente iguales, y el tratamiento que presento un menor efecto fue con la dosis de 25 %, con un valor de 2.180 cm de diámetro; por lo que, las aplicaciones de hidrogel a

dosis de 50, 100 y 25 % aumenta en 12.03, 11.35 y 6.23 % respectivamente el diámetro de tallo con relación al tratamiento testigo (plantas donde no se aplicó), estos valores son inferiores a los observados por Bach (2013) que reporto un aumento del 14.3 % en el diámetro de tallo de plántulas pino (*Pinus radiata*) con aplicaciones de hidrogel en el sustrato con respecto al testigo.

Con la dosis 100 y 50 % de hidrogel se obtuvieron los mayores valores estadísticos con 10.221 y 10.200 hojas, mientras que la dosis de 25 % fue menor con un valor de 9.937 hojas. Los resultados anteriores indican que, aplicaciones de hidrogel a dosis de 100, 50 y 25 % aumentan 6.82, 6.60 y 3.85 % respectivamente el número de hojas con relación al testigo. Estos porcentajes son menores a los que observó Gutiérrez *et al.*, (2008) quienes reportaron 63 % de aumento de hojas en el cultivo de acelga en comparación al testigo.

En cuanto a las unidades SPAD de clorofila, la dosis 50 % de hidrogel presento mayor valor estadístico con 44.343 unidades SPAD de clorofila seguido de las dosis 100 y 25 % de hidrogel, comportándose estadísticamente igual con 44.029 y 43.562 unidades SPAD de clorofila. Esto indica que la aplicación de hidrogel a dosis de 50, 100 y 25 % de hidrogel se aumenta 6.16, 5.41, 4.29 % respectivamente las unidades SPAD de clorofila con relación a plantas donde no se aplicó.

**Cuadro 3.** Efecto de diferentes dosis de hidrogel en maíz bajo condiciones de temporal.

Fac A	Dosis (Kg ha <sup>-1</sup> )	% de Dosis Comercial	Altura de planta (cm)	Diámetro de tallo (cm)	No. de Hojas	Unidades SPAD de Clorofila
Hidrogel	50	50%	81.475 a	2.299 a	10.200 ab	44.343 a
Hidrogel	100	100%	80.181 a	2.285 a	10.221 a	44.029 ab
Hidrogel	25	25%	76.063 ab	2.180 b	9.937 b	43.562 ab
Testigo	-	-	70.819 b	2.052 c	9.568 c	41.768 b

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05).

La dosis de las tres aplicaciones foliares de ácido salicílico (AS) al maíz híbrido San Benito (Cincinnati Seeds®) solo tuvo efecto significativo ( $p \leq 0.01$ ) en la variable diámetro de tallo (Cuadro 4). Observando que las aplicaciones foliares con AS presentó un valor de 2.25 cm en el diámetro de tallo, ello indica que la aplicación de AS aumenta 4.26 % el diámetro de tallo con relación a las plantas sin aplicación, estos valores son inferiores a los reportados por Tucuch-Haas *et al.* (2017) quienes observaron un aumento del 43.2 % en el diámetro de tallo con aplicaciones de AS en maíz con respecto al testigo.

**Cuadro 4.** Efecto de ácido salicílico en el diámetro de tallo de plantas de maíz bajo condiciones de temporal.

Fac B	Dosis	Diámetro de tallo (cm)
-------	-------	------------------------

A.S*	6.7 Mm	2.250 a
Sin aplicación	-	2.158 b

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). \*A.S (Ácido Salicílico).

## CONCLUSIÓN

La aplicación de hidrogel como retenedor de humedad en el cultivo de maíz bajo condiciones de temporal mostro un efecto positivo, ya que en las variables evaluadas (altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y unidades SPAD de clorofila) presentaron valores mayores al tratamiento testigo (sin aplicación). La dosis a aplicar de hidrogel y obtener un valor significativo en altura de planta, diámetro de tallo, número de hojas y unidades SPAD de clorofila es al 50 % (50 Kg ha<sup>-1</sup>), dado que los valores obtenidos en esta investigación son estadísticamente iguales, si aplicas dosis al 50 o 100 % de hidrogel, por otro lado, la aplicación de ácido salicílico solo tuvo efecto positivo en aumentar el diámetro de tallo; los valores obtenidos con la aplicación de hidrogel y ácido salicílico debe repercutir positivamente en mayor rendimiento y calidad del mismo. Cabe señalar que en México existe un número reducido de investigaciones donde se haya utilizado el hidrogel como retenedor de humedad en el cultivo de maíz y nulo el uso del mismo en el cultivo de maíz bajo condiciones de temporal, lo que da la pauta para futuras investigaciones.

## LITERATURA CITADA

- Bach. Mily Patricia Granados Aguedo 2015. Producción de plántulas de pino (*Pinus radiata*) en mezclas de sustrato con hidrogel y tres niveles de riego, bajo condiciones de invernadero en el distrito de independencia. Provincia Huaraz-ANCASH.
- Carhuapoma, B. W. y J. Santiago. 2005. Caracterización de hidrogeles de quitosano alcohol polivinílico obtenidos por radiación gamma. Revista Iberoamericana de Polímeros, 6(4).
- CIMMYT. 2012. Manual de determinación de rendimiento. En: <https://repository.cimmyt.org/bitstream/handle/10883/18249/48867.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Crespo, L. Y. 2017. Índice de sequía ante el cambio climático en el estado de Guanajuato, mediante el uso de sistemas de información geográfica. Tesis de Maestría en Análisis Espacial y Geoinformática. Universidad Autónoma del Estado de México. p. 103.
- Cruz-Martínez, A., Pedroza S. A., Trejo C. R., Sánchez-Cohen, I., Samaniego-Gaxiola, J. A., Ramón Hernández-Salgado, R. 2014. Captación de agua de lluvia y retención de humedad edáfica en el establecimiento de buffel (*Cenchrus ciliaris* L.). Rev. Mex. Cienc. Pec; 7(2):159-172.
- Echevarría-Machado, I.; Escobedo, R. M. and Larqué-Saavedra, A. 2007. Responses of transformed *Catharanthus roseus* roots to femtomolar concentrations of salicylic acid. Plant Physiol. Biochem. 45(6):501-507.

- Elwan, M. W. M and El-Hamahmy, M. A. M. 2009. Improved productivity and quality associated with salicylic acid application in greenhouse pepper. *Scientia Hort.* 122(4):521-526.
- González M. G. 2012. Las Zonas Áridas y Semiáridas de México y su Vegetación. SEMARNAT-INECC. México. 194 p.
- González, H.O.2007. Hidrogeles mejoradores de cultivos agrícolas. Obtenido el 17 de Gutiérrez-Coronado, M. A.; Trejo-López, C. and Larqué-Saavedra, A. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. *Plant Physiol. Biochem.* 36(8):563-565.
- Gutiérrez Castañeda, I. de J.; Sánchez Cohen, I.; Cueto Wong, J.; Trucios Cacicano, R.; Trejo Calzada, R.; Flores Hernández, A. 2008. Efecto del polímero AQUASTOCK® en la capacidad de retención de humedad del suelo y su efecto en el rendimiento de acelga (*Beta vulgaris var cycla*). *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, vol. VII, núm. 1, 2008, pp. 65-72. Universidad Autónoma Chapingo, Durango, México
- Hayat, Q.; Hayat, S.; Irfan, M. and Ahmad, A. 2010. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. *Environ. Exp. Bot.* 68(1):14-25.
- IMTA, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (2012) Sequías recurrentes obligan a una mejor gestión de los recursos hídricos. Publicación del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.
- Larqué-Saavedra, A. and Martín-Mex, R. 2007. Effects of salicylic acid on the bioproductivity of the plants. In: *Salicylic acid: a plant hormone*. Hayat S. y Ahmad, A. (Eds.). Springer publishers. Dordrech, Netherlands. 15-23 pp. Junio de 2019, en: <https://ciqa.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1025/404>.
- Joseph, B.; Jini, D. and Sujatha, S. 2010. Insight into role of exogenous salicylic acid on plants grown under salt environment. *Asian J. Crop Sci.* 2(4):226-235.
- Larqué S., A., and R. Martín M. 2007. Effects of salicylic acid on the bioproductivity of plants. In: Hayat S. and A. Ahmad (eds). *Salicylic Acid a Plant Hormone*. Springer. Dordrecht, The Netherlands. pp: 15-24.
- Lawlor D. W. and G. Cornic (2002) Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. *Plant Cell and Environment* 25: 275-294.
- Nuestro-mexico.com En: <http://www.nuestro-mexico.com/Guanajuato/San-Miguel-de-Allende/Areas-de-menos-de-100-habitantes/El-Colorado/>
- Mishra A, Choudhuri MA (1999) Effects of salicylic acid on heavy metal-induced membrane deterioration mediated by lipoxygenase in rice. *Biol Plant* 42:409–415.
- Martín-Mex, R.; Nexticapan-Garcéz, A. and Larqué-Saavedra, A. 2013. Potential benefits of salicylic acid in food production. In: *salicylic acid*. Hayat, S.; Ahmad, A. y Alyemini, M. N. (Eds.). Springer publishers. Dordrech, Netherlands. 299-313 pp.

- Martín-Mex, R.; Nexticapán-Garcéz, A.; Herrera-Tuz, R.; Vergara Yoisura, S. y Larqué-Saavedra, A. 2012. Efecto positivo de aplicaciones de ácido salicílico en la productividad de papaya (*Carica papaya*). Rev. Mex. Cienc. Agríc. 3(8):1637-1643.
- Núñez B. A., J. Ritchie y J. M. Smucker A. (1998) El efecto de la sequía en el crecimiento, la fotosíntesis y la intercepción de luz en el frijol común. Agronomía Mesoamericana 9:1-8.
- Pedroza-Sandoval, A., Yáñez-Chávez, L. G., Sánchez-Cohen, I. y Samaniego-Gaxiola, J. A. 2015. Efecto del hidrogel y vermicomposta en la producción de maíz. Rev. Fitotec. Mex. 38 (4):375 – 381.
- Raskin I. 1992. Role of salicylic acid in plants. Ann Rev Plant Physiol Mol Biol 43:439 – 463.
- Rivas-San Vicente, M. and Plasencia, J. 2011. Salicylic acid beyond: its role in plant growth and development. J. Exp. Bot. 62(10): 1-18.
- Sakhabutdinova AR, Fatkhutdinova DR, Bezrukova MV, Shakirova FM (2003) Salicylic acid prevents damaging action of stress factors on wheat plants. Bulg J Plant Physiol (special issue) 314–319.
- Shakirova FM, Bezrukova MV (1997) Induction of wheat resistance against environmental salinization by salicylic acid. Biol Bull 24:109–112.
- Sánchez-Cohen I., V. Lopes, D. Slack and M. Fogel (1997) Water Balance Model for Small-Scale Water Harvesting Systems. Journal of Irrigation and Drainage Engineering 123:123-128.
- Singh B, Usha K (2003) Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regul 39:137–141.
- Tucuch-Haas Cesar., Gabriel Alcántar-González., Libia I. Trejo-Téllez., Hugo Volke-Haller., Yolanda Salinas-Moreno., Alfonso Larqué-Saavedra. 2017. Efecto del ácido salicílico en el crecimiento, estatus nutrimental y rendimiento en maíz (*zea mays*). Colegio de Postgraduados. Carretera Federal México-Texcoco km 36.5. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
- Velasquez M. A. G., I. Sánchez C., K. Oleschko, J. A. Ruiz C. and K. G. Gabor (2013) Spatial Variability of the Hurst Exponent for the Daily Scale Rainfall Series in the State of Zacatecas Mexico. Journal of Application Meteorology and Climatology 52:2771-2780.
- Villanueva-Couoh, E.; Alcántar-González, G.; Sánchez-García, P.; Soria-Fregoso, M. y Larqué-Saavedra, A. 2009. Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de *Chrysanthemum morifolium* (Ramat) Kitamura en Yucatán. Rev. Chapingo Ser. Hortic. 15:25-31.

## **CONTROL ALTERNATIVO DE *Melanaphis sacchari* (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EN HOJAS DE SORGO BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO**

Valadez-García José Rosario<sup>1</sup>; Mariana Alvarez-Galicia<sup>1</sup>; Daniel Rodríguez-Mercado<sup>2</sup>; Hugo Cesar Cisneros-López<sup>2</sup> y Guevara-Acevedo Luis Patricio<sup>2§</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Innovación Agrícola Sustentable, <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México- Roque (TecNM-R)<sup>2</sup>. §Autor para correspondencia: [lpguevara@troque.edu.mx](mailto:lpguevara@troque.edu.mx)

### **RESUMEN**

El objetivo de la presente investigación fue determinar la mortalidad de *Melanaphis sacchari* por efecto de extractos vegetales en condiciones de laboratorio, buscado una alternativa en el control de plagas minimizando el uso de pesticidas para evitar los efectos adversos de la aplicación de agroquímicos. La investigación se desarrolló en el laboratorio de Fitosanidad del Tecnológico Nacional de México- Roque (TecNM-R), para lo cual se recolectó material vegetal de chicalote (*Argemone mexicana* L.) en Juventino Rosas, Gto; mostaza (*Sinapis Alba*) y ruda (*Ruta graveolens* L.) en la región de Penjamo, Gto., con ellos se obtuvieron extractos etanolitos de cada uno, a la par de la elaboración de los extractos vegetales se sembró sorgo híbrido Apache (Conlee<sup>®</sup>, Tardío) en bolsas de plástico de 5 L, las cuales se metieron en jaulas entomológicas, se colocaron bajo malla sombra y se introdujo pulgón amarillo colectado previamente en lotes comerciales del municipio de Villagrán. En el laboratorio de Fitosanidad se realizaron los bioensayos por el método de inmersión en hojas de sorgo de 2x2 cm libres de plagas y pesticidas recolectadas de lotes comerciales en donde se colocaron 20 ninfas del 3er estadio de la colonia madre y se contabilizó la eficiencia a las 48 h. Los resultados muestran que el extracto de chicalote (*Argemone mexicana* L.) presentó la mayor mortalidad con 62.22 % con una CL<sub>50</sub> de 50.59 ppm, seguido por la mostaza (*Sinapis Alba*) con 57.59% y 2.85 ppm y por último el de ruda (*Ruta graveolens* L.) con 49.81% y 70.31 ppm CL<sub>50</sub>.

**Palabras claves:** Control alternativo, extractos vegetales, pulgón amarillo

### **ABSTRACT**

The objective of this research was to determine the mortality of *Melanaphis sacchari* due to the effect of plant extracts in laboratory conditions, seeking an alternative in pest control by minimizing the use of pesticides to avoid the adverse effects of the application of agrochemicals. The research was carried out in the Phytosanity laboratory of the Tecnológico Nacional de México- Roque (TecNM-R), for which vegetable material of chicalote (*Argemone mexicana* L.) was collected in Juventino Rosas, Gto; mustard (*Sinapis Alba*) and rue (*Ruta graveolens* L.) in the region of Penjamo, Gto., with them ethanol extracts were obtained from each one, along with the

preparation of the plant extracts, Apache hybrid sorghum was sown (Conlee® , Late) in plastic bags of 5 L, which were put in entomological cages, were placed under shade mesh and yellow aphid was introduced previously collected in commercial lots of the municipality of Villagrán. In the Phytosanity laboratory, the bioassays were carried out by the immersion method in sorghum leaves of 2x2 cm free of pests and pesticides collected from commercial lots where 20 nymphs of the 3rd stage of the mother colony were placed and efficiency was counted at 48 h The results show that the extract of chicalote (*Argemone mexicana L.*) had the highest mortality with 62.22% with an LC50 of 50.59 ppm, followed by mustard (*Sinapis Alba*) with 57.59% and 2.85 ppm and finally that of rue (*Ruta graveolens L.*) with 49.81% and 70.31 ppm LC50.

**Key words:** *Alternative control, vegetable extracts, yellow aphid*

## **INTRODUCCIÓN.**

El cultivo de sorgo (*Sorghum bicolor*) es uno de los cereales más importantes en el planeta, del cual se alimentan grandes regiones de África, Asia y en los trópicos semiáridos de todo el mundo (Ragae *et al*, 2006), México ocupa el cuarto lugar como mayor país productor de sorgo con 8, 394,056.77 ton (FAOSTAT, 2014).

La producción de sorgo de grano se ve afectada por el ataque de plagas y enfermedades como lo son los trozadores, cogolleros y arañitas, así como pudrición de raíz y tizones. Actualmente el pulgón amarillo del sorgo (PAS) es una de las plagas más importantes en el cultivo del sorgo la cual puede ocasionar daños del 100% de su producción (SENASICA, 2014). Los primeros registros del pulgón amarillo del sorgo (PAS), *Melanaphis sacchari* se remontan atacando la caña de azúcar en África y Asia (Blackman y Eastop, 2000).

El PAS, es una plaga invasora que llegó a México en 2013 y que rápidamente se extendió por todo el territorio nacional, especialmente en los estados productores de sorgo. Debido a la rápida distribución y el grave daño que, causado a la planta de sorgo, ya sea por la pérdida de savia, y el cúmulo de mielecilla sobre las hojas (Singh *et al*, 2004).

En investigaciones realizadas por el INIFAP (2015), se determinó que Imidacloprid, Sulfoxalor, Spirotetramat, Thiametoxam y Metamidofos presentaron una efectividad superior al 90 % para el control de *M. sacchari*, estos insecticidas aplicados de manera inteligente son una alternativa para el manejo, debido a que las recomendaciones incluyen realizar una nueva aplicación cada 20 días, es innegable creer que se desarrollen mecanismos de resistencia hacia los productos químicos, una desventaja o problema de la aplicación del control químico.

Debido a esto una alternativa a este problema es el uso de productos naturales derivados de plantas, que generalmente son biodegradables y no producen desequilibrio en el ecosistema (Iannacone y Lamas, 2002). Esta problemática ha incentivado la búsqueda de otros métodos que además de ser compatibles con el ambiente sean eficaces y económicos, donde el uso de los extractos de origen vegetal juega un papel importante (Rodríguez 1997, Guevara *et al*, 2000).

Considerando esto la chicalote representa una buena alternativa ya que como lo menciona Guevara *et al.* (2000), *A. mexicana* y *A. achoroleuca*, mostraron una alta toxicidad contra larvas de *Culex quinquefasciatus* al provocar una mortalidad de 92 y 89 % respectivamente, lo que demuestra que este extracto tiene una actividad insecticida.

La ruda contiene alcaloide como lo son acrinodina, aborina y la arborinina tiene efectos antialimentarios y mutagénicos; mientras que piretrinas, rotenona y la nicotina producen efectos que provoca disminución del consumo de oxígeno, depresión en la respiración, la generación de nuevos impulsos nerviosos que provocan convulsiones y ataxia que conducen finalmente a la parálisis y muerte del insecto también; sin embargo también actúa como repelente (Sánchez, 2002), esto lo convierte en un buen candidato a ser un bioinsecticida.

Y por último la mostaza que como se menciona el manual de insecticidas, fungicidas y fitofortificantes ecológicos (2010) el ajo, así como la cayena o la mostaza tienen una acción repelente de plagas de insectos, son sistémicos, de amplio espectro, es absorbido por el sistema vascular de la planta. Por lo anterior el objetivo de la investigación fue evaluar la mortalidad de pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* por efecto de los extractos etanolicos de ruda (*Ruta graveolens L.*), chicalote (*Argemone mexicana L.*) y mostaza (*Sinapis Alba*) en hojas de sorgo bajo condiciones de laboratorio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Localización del experimento.** La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fitosanidad perteneciente al departamento de Ciencias Agropecuarias del Tecnológico Nacional de México-Roque (TecNM-R), ubicado en Celaya Gto. En el Km 8 de la carretera Celaya-Juventino Rosas a 20°31' 49" latitud y 100°48' 16.8" longitud (Google. (s.f.)).

**Recolección de Material Vegetal.** Se colectaron tallos, hojas y flores de chicalote (*Argemone mexicana L.*), ruda (*Ruta graveolens L.*) y mostaza (*Sinapis Alba L.*) en la región de Pénjamo y Santa Cruz de Juventino Rosas Guanajuato, México ubicados 20°25'49.2" latitud, 101°43'23.9" longitud y una elevación de 1,770 m, así como 20°38'30.9" latitud, 100°59'54.6" y elevación de 1,758 m longitud respectivamente (Google. (s.f.)). Se realizó la siembra de sorgo con el híbrido Apache (Conlee®, Tardío) en bolsas de plástico de 5 L llenada con tierra, las cuales se mantuvieron en jaulas de madera de 1.20x0.60x0.60 m cubiertas con tela organza y colocadas bajo maya sombra.

**Insecto plaga.** Se colectaron especímenes de pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* de lotes comerciales del municipio de Villagrán para infestar las plantas y establecer la colonia madre.

**Preparación de extractos.** Para la preparación de los extractos vegetales a evaluar, se colectaron tallos, hojas y flores de chicalote (*Argemone mexicana L.*), ruda (*Ruta graveolens L.*) y mostaza (*Sinapis Alba L.*) en la región de Pénjamo y Santa Cruz de Juventino Rosas Guanajuato, México. El material vegetal se colocó sobre papel periódico, en un lugar ventilado y sombreado, para su secado por 15 días. Para la obtención del polvo vegetal se pulverizó cada una de las plantas en un

molino eléctrico (Hamilton Beach® modelo 80335), una vez obtenido el polvo vegetal se colocó en el equipo Soxhlet con etanol al 70% en proporción 1:5 de soluto:solvente a temperatura de 90°C, con 4 ciclos cada uno de una hora 15 minutos aproximadamente.

**Bioensayos.** Para la determinación de la mortalidad de pulgón amarillo por efecto de los extractos etanolicos de chicalote, ruda y mostaza, se utilizó el bioensayo por inmersión, el cual consistió en recortar un cuadro de hoja (2x2 cm) de sorgo libre de plagas e insecticidas y sumergida durante 10 s en las concentraciones de 20 000, 40 000, 50 000, 60 000, 80 000, 90 000, 95 000 y 100 000 ppm, para ruda y chicalote y de 100, 500, 1 000, 5 000, 8 000, 10 000, 20 000, 40 000 ppm para la mostaza posteriormente a la inmersión las hojas se colocaron en papel absorbente para su secado a temperatura ambiente. Pasado el lapso de tiempo se colocó la hoja en una caja de Petri la cual tenía un orificio de 5 cm de diámetro en la parte superior y cubierta con tela organza y en la parte inferior contenía toallas de papel a punto de saturación, se colocó la hoja tratada de acuerdo a la concentración de cada extracto en estudio y se transfirieron 20 ninfas de tercero estadio por cada hoja con la ayuda de un pincel 000 de pelo de camello, para cada concentración se colocaron 3 repeticiones cada una con 20 ninfa.

**Determinación de mortalidad.** La mortalidad de las ninfas por efecto de los extractos se evaluó a las 48 h de exposición, para ello se determinó el criterio de mortalidad cuando las ninfas no reaccionan al estímulo del pincel o presentaban un color café oscuro se consideraron muertos.

**Análisis estadístico.** Con los datos obtenidos de los bioensayos se realizó una corrección de mortalidad con la fórmula propuesta Abbott (1925) y posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Cuando el ANOVA indico la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para la separación de medias. Para obtener la CL50 y la curva de respuesta concentración-mortalidad se realizó un análisis Probit (Finney, 1971) utilizando el programa SAS System for Windows ver 9.0 (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran diferencias altamente significativas para los extractos vegetales ( $p \leq 0.0001$ ,  $F=21.77$ ) y las dosis evaluadas ( $F=216.95$ ,  $P < 0.0001$ ) en la mortalidad de *M. sacchari* en hojas de sorgo. Entre los extractos de chicalote, mostaza y ruda en la mortalidad de pulgón amarillo, la comparación de medias muestra que el extracto de chicalote (*Argemone mexicana* L.) presento el mayor promedio de mortalidad con 62.22%, seguido del extracto de mostaza (*Sinapis Alba*) con 57.59% y por último el extracto de ruda (*Ruta graveolens* L.) con 49.81% de mortalidad de áfidos (Cuadro 1).

Con respecto a la mortalidad por efecto del extracto de chicalote, los resultados de esta investigación fueron mayores a los reportados por Ali *et al.* (2010) quien observó mortalidades de 17.53%, 21.95 % y 31.75 % con extracto de chicalote (*Argemone mexicana* L.) en el áfido de la mostaza (*Lipaphis erysimi*) a concentraciones de 100, 200, 400 ppm respectivamente, utilizando el

método de aspersión. Resultados similares reportó Vieira *et al.* (2010) quienes observaron una mortalidad de 52.33 % con este extracto en ninfas de *Bemisia tabaci* a concentraciones de 10, 000 ppm. Al respecto a esto Martines *et al.* (2015) reportó valores mayores a los observados en esta investigación con una mortalidad de 97.64% en *Bemisia tabaci* con una concentración de extracto de chicalote de 50,000 ppm. Esto debido, a que, como lo menciona Sharma *et al.* (2010), el chicalote es una planta con propiedades toxicas; esto se debe a la presencia de alcaloides como la sanguinarina y dihidrosanguinarina, presentes en las semillas, deisoquinonas y berberinas presentes en la raíz, coptisina, alocriptopina y dihidrocelerina presentes en toda la planta, lo que lo hace un eficiente insecticida botánico.

Con respecto al extracto de ruda se observó 49.8% de mortalidad de pulgón amarillo, este valor es inferior al observado por Romero *et al.* (2015) quienes reportaron una mortalidad de 99.1 % en *Bemisia tabaci* con concentraciones de 750,1000 ppm con extracto de ruda (*Ruta graveolens L*) utilizado el método de aspersión en hojas de calabacín.

**Cuadro 1.** Porcentaje de mortalidad de ninfas de tercer estadio de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) por efecto de los extractos etanolicos de Chicalote, Mostaza, Ruda a las 48 h de exposición.

Extracto Vegetal	% Mortalidad
Chicalote ( <i>Argemone mexicana L.</i> )	62.22 a
Mostaza ( <i>Sinapis Alba</i> )	57.59 b
Ruda ( <i>Ruta graveolens L.</i> )	49.81 c

Para la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) se observó que el extracto de mostaza (*Sinapis alba*) requiere menor concentración en referencia a los otros extractos evaluados, puesto que solo necesita 2.85 ppm (Cuadro 2) para lograr una mortalidad del 50%, esto es 17.75 y 24.67 veces menor al requerido para lograr la misma mortalidad con el extracto de chicalote y ruda respectivamente, además de que un menor rango entre los limites fiduciales de 2.89 ppm.

El extracto de mostaza presento la menor CL<sub>50</sub> con 2.85 ppm, este valor es similar al reportado por Rodriguez *et al.* (2016) quien reportó una CL<sub>50</sub> de 1.395, 0.040, 2.57 y 1.008 ppm para los extractos de neem (*Azadirachta indica*), cempasúchil (*Tagetes erecta*), pirul (*Schinus molle*) e higuierilla (*Ricinus communis*) respectivamente en el control de control de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) en sorgo, esto posiblemente se deba a que el aceite de mostaza (*Sinapis Alba*) es tóxico a todos los organismos vivos, producto de la liberación de radicales isotiocianato (-N=C=S) que cuando es absorbido, inactiva los grupos sulfitril en los aminoácidos y enzimas dentro de las células del insecto. Es por esto, que el producto actúa también sobre huevos y larvas perjudiciales a la planta. El vapor y la acción irritante del producto provocan asfixia y forzan al insecto fuera de la zona de aplicación. De allí su acción como repelente (Quimi Agro de Costa Rica HB S.A., 2009).

La ruda obtuvo una mortalidad menor debido a que su principal función es como repelente, así lo menciona Silva *et al.* (2002) al mencionar que ésta actividad la desarrollan básicamente los compuestos que ejercen efectos irritantes a los agentes que intentan atacar a la planta, como el hinojo (*Foniculum vulgare*), ruda (*Ruta graveolens*) y eucalipto (*Eucaliptus globulus*), entre otras plantas aromáticas.

La CL<sub>50</sub> de los extractos de ruda y chicalote obtenidos en esta investigación con 70.31 y 50.59 ppm respectivamente, son superiores a los reportados por Rodríguez *et al.* (2016) quienes evaluaron extractos de neem (*Azadirachta indica*), cempasúchil (*Tagetes erecta*), pirul (*Schinus molle*) e higuierilla (*Ricinus communis*) en el control de control de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) en sorgo y obtuvieron CL<sub>50</sub> de 1.395, 0.040, 2.57 y 1.008 ppm respectivamente.

**Cuadro 2.** Concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de los extractos etanolicos de chicalote, mostaza y ruda en la mortalidad de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*).

Extracto Vegetal	Ppm				Ecuac. Predic
	CL <sub>50</sub>	LFI	LFS	CL <sub>90</sub>	
Chicalote ( <i>Argemone mexicana L.</i> )	50.59	44.14	56.52	101.88	y=-7.18+4.21x
Mostaza ( <i>Sinapis Alba</i> )	2.85	1.67	4.56	26.8	y=-0.59+1.31x
Ruda ( <i>Ruta graveolens L.</i> )	70.31	3.89	138.04	135.38	y=-8.31+4.50x

LFI=Límite Fiducial Inferior, LFS=Límite Fiducial Superior, Ecuac. Predic.=Ecuación de Predicción.

En la Figura 1 se muestran las líneas concentración-mortalidad de pulgón amarillo por efecto de los extractos de mostaza, chicalote y ruda, en donde se observa que el extracto de mostaza está más a la izquierda, al extremo derecho el de ruda y en medio de ellos el de chicalote, la recta que se encuentra hacia la izquierda es la que tiene un mayor grado de toxicidad y hacia la derecha el que tiene un menor efecto tóxico, al necesitar mayor concentración para matar el 50% de la población expuesta, esto concuerda con lo reportado por Rosa *et al.* (1997) quienes reportaron que las regresiones que dos poblaciones de *Plutella xylostella L.* de las regiones de las poblaciones de Curacaví e Isla de Maipo, Chile están a la derecha de la población susceptible de La Pintana, indicando una menor sensibilidad al insecticida. La recta de Malloa se encuentra levemente a la izquierda de aquella para la población de La Pintana, lo que revela su mayor susceptibilidad relativa a la deltametrina que la población teóricamente más sensible.

Al comparar las pendientes de las líneas concentración-mortalidad del experimento sirven para comparar la toxicidad de los tres extractos entre sí, observando que la pendiente del extracto de chicalote, mostaza y ruda fue de 4.21, 1.21 y 4.50 respectivamente, lo que indica que las pendientes de ruda presentó mayor pendiente, pero en con una mayor concentración en la DL<sub>50</sub>, esto concuerda con lo reportado por la Universidad de Granada (2012) quien menciona que son muchos los factores que pueden influir en su valor: raza, edad, peso, alimentación, método de administración, volumen y tipo de suspensión, duración de la observación, etc.

A la vez, Rojas *et al.* (2016) quienes en un trabajo con *Macrosiphum euphorbiae* mencionan que “la línea de tendencia indica el comportamiento de cada aislado de forma ascendente, quiere decir que a medida que pasa el tiempo la mortalidad de los pulgones va incrementando”, es quiere decir que en su investigación tomaron de referencia el factor tiempo como nosotros tomamos el factor concentración.

Se observó que las pendientes con los extractos de chicalote y ruda fue similares con valores de 4.21 y 4.50 respectivamente, lo que indica que las poblaciones son heterogéneas, esto concuerda con lo reportado por Rosa *et al.* (1997) quien menciona que en un trabajo con *Plutella xylostella L* en el país Chile, reporto que las pendientes de las rectas para Curacaví, Isla de Maipo, Malloa y La Pintana fueron similares, infiriéndose por lo tanto, que la composición de las poblaciones fue igualmente heterogénea, con una mezcla de individuos totalmente resistentes, de resistencia intermedia e individuos totalmente susceptibles .

De manera particular se observó que el extracto de mostaza tiene una mayor pendiente además de tener una posición más cercana al eje de las “Y” por lo que es el extracto que tiene una mayor toxicidad ya que cuenta con un rango de solo 50.58 ppm seguido de la chicalote con 110.06 ppm y por ultimo 141.61 ppm lo que lo convierte en el extracto con menor toxicidad.

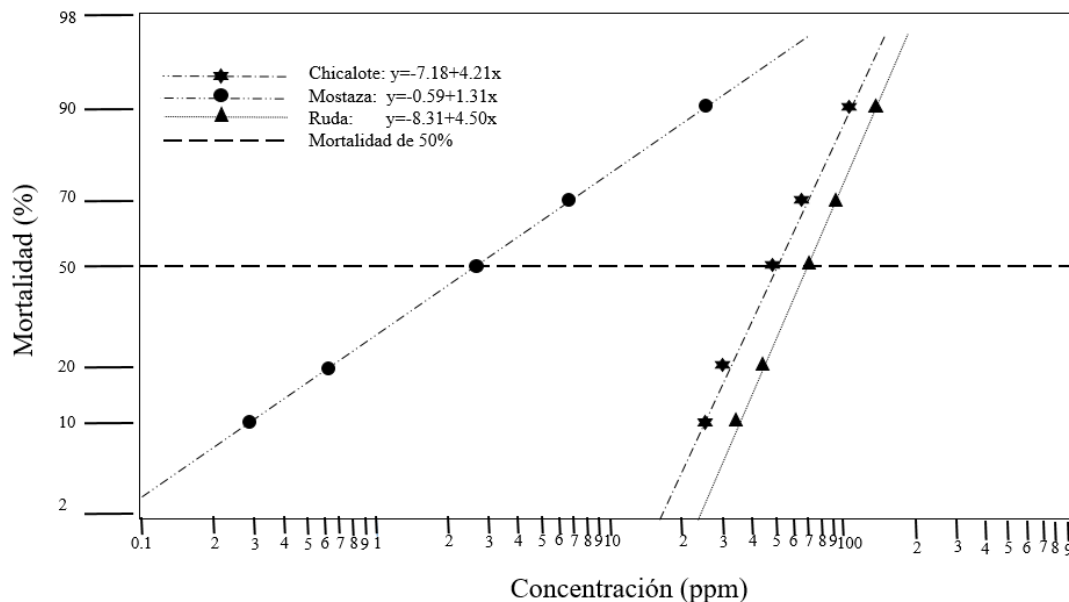


Figura 1. Líneas concentración-mortalidad de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*), por efecto de los extractos de mostaza, chicalote y ruda en condiciones de laboratorio.

## CONCLUSIÓN

El extracto de mostaza es una alternativa viable para el control de pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) bajo condiciones de laboratorio a que la concentración necesaria para lograr una mortalidad del 50% es 2.85 ppm, seguido de los extractos de chicalote con el cual se obtuvo la mortalidad con un 50.59% y por último la ruda con el que se requirió la mayor concentración para lograr la mortalidad con 70.31 ppm para obtener el 50% de la misma. Por lo anterior, la aplicación de extractos vegetales es una excelente alternativa para el control de pulgón amarillo (*Melanaphis*

*sacchari*), así contribuir a mantener y mejorar el ambiente con la conservación del equilibrio que se está presente en los agroecosistemas, además de contribuir a producir alimentos limpios reduciendo al mínimo los pesticidas necesarios para la producción en el sector agropecuario, no solo lo que provienen directamente de los alimentos que producimos a base del sorgo, si no, también de los que se producen indirectamente como lo es la producción de carne y con ello el consumo de este producto sea de mayor calidad.

## LIETRATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide, *J. Econ. Entomol* 18: 265-267.
- Ali A., Rizvi P.Q., Khan F.R., 2010. Bio-efficacy of some plant leaf extracts against mustard aphid, *lipaphis erysimi* kalt. On indian mustard, *brassica juncea* 50(2), 130-132.
- Blackman, R. y Eastop, F. 2000. Aphids on the World's Crops: An Identification and Information Guide, Wiley, second edition. 476 p.
- FAOSTAT. (2014). food and agriculture organization of the united nations. statistics división. Production of top 5 producers in 2013. Consultado en línea el 08 de octubre de 2016. <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>.
- Finney, D. J. 1971. Análisis de probit: 3d Ed.
- Guevara, y; Maselli, A; Sánchez, MC. 2000. Efectos de extractos vegetales sobre bacterias fitopatógenas. *Manejo Integrado de Plagas*. 56: 38-44.
- Iannacone, J.; Lamas, G. 2002. Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 65:92-101.
- INIFAP. (2015). Control químico del pulgón amarillo del sorgo. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Programa de Investigación: Sanidad Forestal y Agrícola. Informe de proyecto. Proyecto No. 1025432562. 2 p.
- Manual de insecticidas, fungicidas y fitofortificantes ecológicos, 2010. Ecotienda, Texas.
- Martínez T.S.H., Rodríguez H.C., Pérez P.R., Granados E.C., Ortiz H.Y.D. y Floreán M.F., 2015. Evaluación de tres extractos vegetales en la población de mosca blanca en el cultivo orgánico de jitomate en invernadero. *Entomología Mexicana* Vol. 2: 371-375.
- Quimi Agro de Costa Rica HB S.A. 2009. UltraTec. Disponible en <http://www.agroproca.com/productos/documentacion/fichas/Ultratec.pdf>. Consultado el 03/07/2019.
- Ragae, S., Abdel-Aal, E.-S. M., Noaman, M. (2006). Antioxidant activity and nutrient composition of selected cereals for food use. *Food Chemistry*, 98 (1) (2006), pp. 32-38

- Rodríguez, H.C. 1997. Insecticidas vegetales y agricultura orgánica. In: evento de aprobación en certificación de agricultura orgánica. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. Pp 162-167.
- Rodríguez-Rodríguez, J.F.†, Cerna-Chávez-E., Ochoa Fuentes-Y.M. y Hernández-Bautista, O. 2016. Evaluación de extractos vegetales sobre pulgón amarillo (*Melanaphis sacchari*) (Hemiptera: Aphididae) en Sorgo en Guanajuato.
- Rojas G., Loza M., Vino N., Serrano C., 2016. Capacidad biocontroladora de *Beauveria brongniartii* (Sacc.) y *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) en el control de pulgones *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae), Bolivia.
- Romero R., Morales P., Pino O., Cermeli M., González E., 2015. Actividad insecticida de seis extractos etanólicos de plantas sobre mosca blanca. Rev. Protección Veg. Vol. 30 : 11-16.
- Rosa M., Araya J., Guerrero M., Lamborot L., 1997. Niveles de resistencia de *Plutella xylostella* (L.) a tres insecticidas en varias localidades de la zona central de Chile. Chile. p 574, 471-581 pp.
- Sanchez, R. J. L. 2002. Efectos de extractos de *Ruta graveolens* (Rutaceae) sobre *Radophulus similis* en el cultivo de plátano *Musa spp.* Tesis de maestría. Universidad de Colima. Tecomán Colima. 99 p.
- SAS Institute. 2002. Guide for Personal Computers, version 9. SAS Institute, Inc., Cary, NC.
- SENASICA. 2014. Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). Dirección General de Sanidad Vegetal-Programa Nacional de Vigilancia Epidemiológica Fitosanitaria. México, D.F. Ficha Técnica, no 43, 15 p.
- Sharma M, et al. (2010) Inhibition of sterol biosynthesis reduces tombusvirus replication in yeast and plants. J Virol 84(5):2270-81
- Silva, J. H. V. ; Silva, E. L. da; Filho, J. J. ; Toledo, R. S. ; Albino, L. F. T. ; Ribeiro, M. L. G. ; Couto, H. P. C., 2002. Energy values and effects of integral mesquite pods (*Prosopis juliflora* (Sw.) D.C.) meal inclusion in commercial laying hens diets. Rev. Bras. Zootec., 31 (6): 2255-2264.
- Singh, B.U; Padmaj, P.G.; Seetharama, N. 2004. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae). In *sorghum: a review* . Crop Protection, 23: 739-755.
- Universidad de Granada. 2013. Dosis-respuesta liarizada. Disponible al 04 de Julio del 2019 en <https://www.ugr.es/~ajerez/proyecto/t2-13.htm> .
- Vieira, T. R. de L. ; Cunha, M. das G. G. ; Garrutti, D. dos S. ; Duarte, T. F. ; Felex, S. S. dos S. ; Pereira Filho, J. M. ; Madruga, M. S., 2010. Physical and sensorial properties of Santa Ines lamb meat terminated in diets with increasing levels of whole cotton seed (*Gossypium hirsutum*). Ciencia Technol. Alim., 30 (2): 372-377

## COMPOSICIÓN FENOLICA EN INFUSIONES Y DECOCCIONES DE MEZCLAS DE PLANTAS MEDICINALES

María Isela Flores-Reyes\*; Cesar Leobardo Aguirre-Mancilla<sup>1</sup>; Salvador Horacio-Guzmán  
Maldonado<sup>2</sup> y Juan Carlos Raya Pérez<sup>1</sup>.

\*Estudiante de posgrado, Tecnológico Nacional de México-Roque<sup>1</sup>, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales  
Agrícolas y Pecuarias<sup>2</sup>. Autor de correspondencia:isela\_flores\_r261985@hotmail.com

### RESÚMEN

México cuenta con una gran variedad de plantas medicinales. Son cuatro especies utilizadas para disminuir la glucosa en sangre: Insulina (*Costus igneus*), stevia (*Stevia rebaudiana*), moringa (*Moringa oleífera*) y prodigiosa (*Brickellia cavallinessi*). Los compuestos fenólicos están relacionados con este efecto. Sin embargo, existe poca información al respecto. La forma de consumo de las plantas es en tisanas por tal motivo se realizaron diferentes formulaciones estas preparadas como infusiones y decocciones. Se determinaron los fenoles totales, flavonoides, taninos y antocianinas. La mayor cantidad de fenoles y flavonoides se obtuvieron en la decocción formulación 1(DF1); mientras que la infusión formulación 3(IF3) presentó la mayor cantidad de taninos. La decocción formulación 2(DF2) presentan la mayor cantidad de antocianinas; en este estudio se observó que la cantidad de compuestos fenólicos son extraídos en mayor cantidad en la preparación de las decocciones; sin embargo todas las formulaciones presentan cantidades interesantes de compuestos fenólicos y son candidatas para el tratamiento de la diabetes.

**Palabras clave:** *plantas medicinales, compuestos fenólicos, infusiones, decocciones, diabetes.*

### ABSTRACT

México has a great variety of medicinal plants. There are four species used to lower blood glucose: Insulin (*Costus igneus*), stevia (*Stevia rebaudiana*), moringa (*Moringa oleifera*) and prodigious (*Brickellia cavallinessi*). Phenolic compounds are related to this effect. However, there is little information about it. The way of consumption of the plants is in herbal teas by tal motivo different formulations were made these prepared as infusions and decoctions. Total phenols, flavonoids, tannins and anthocyanins were determined. The greatest amount of phenols and flavonoids were obtained in the decoction formulation 1 (DF1); while the infusion formulation 3 (IF3) presented the highest amount of tannins. The decoction formulation 2 (DF2) has the highest amount of anthocyanins; in this study it was observed that the amount of phenolic compounds are extracted in greater quantity in the preparation of the decoctions; However, all formulations have interesting amounts of phenolic compounds and are candidates for the treatment of diabetes.

**Keywords:** *medicinal plants, phenolic compounds, infusions, decoctions, diabetes.*

## **INTRODUCCIÓN**

El uso de plantas medicinales en México data de antes de la Conquista. Su utilización, tan extendida, ha convertido a las plantas medicinales en un recurso biológico importante por el papel social que juega como un remedio herbolario en la medicina tradicional. La lista de especies es muy amplia y en ocasiones, algunas especies tienen nombres diferentes dependiendo de la zona geográfica. Suele utilizarse las diferentes partes de la planta según se recomiende, pero es más común usar hojas y flores; aunque en algunos casos se utiliza el tallo e inclusive, la raíz. La planta medicinal se consume directamente o se prepara algún tipo de infusión. En la mayoría de los casos se desconoce el o los principios activos relacionados con el efecto benéfico atribuido.

Las tisanas han sido incorporadas en la medicina tradicional en muchas culturas, incluyendo la americana. El incremento en la popularidad de las tisanas alrededor del mundo se debe al hecho que les atribuyen propiedades medicinales, antimicrobianas, antiinflamatorias, antidiabéticas, anticancerígenas y cardioprotectoras (Atoui et al., 2005). Los beneficios de las tisanas sobre la salud son en gran parte debido a la abundancia de compuestos fenólicos, que son capaces de neutralizar los radicales libres en el cuerpo humano responsables de facilitar el comienzo de numerosas condiciones patológicas (Piljac-Žegarac et al., 2013).

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Material biológico**

Se utilizaron cuatro plantas medicinales, una vez secadas y molidas se realizaron 3 formulaciones para las infusiones y decocciones con tres repeticiones cada una de ellas, una vez obtenidos las tisanas se les determinó los compuestos fenólicos.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis de los datos se empleó el paquete estadístico minitab 15. El análisis estadístico se realizó por medio de la comparación de medias por el método de Tukey con un nivel de significancia de  $p < 0.05$  mediante un análisis de varianza.

### **Composición fenólica**

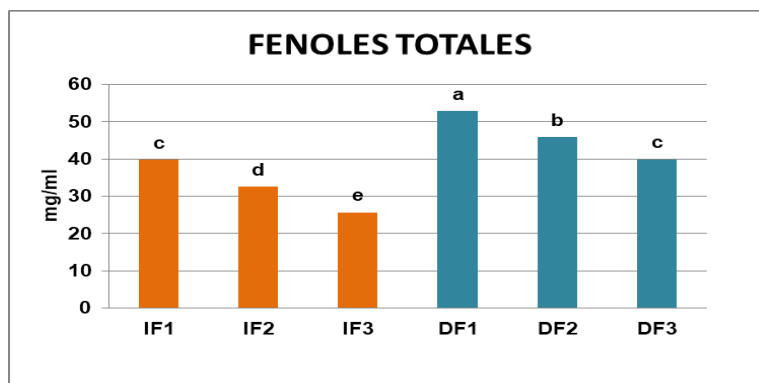
Se determinaron los fenoles totales (FT) por el método del Folín ciocalteu reportado por Singleton y col. (1999). Por otro lado, los flavonoides totales (FLT) fueron cuantificados por el método del cloruro de aluminio utilizado por Dewanto y col. (2002). Los taninos condensados (TC) se determinaron por el método de la vainillina reportado por Desphande y Cheryan (1985) y las antocianinas totales (ANT) por el método espectrofotométrico de Abdel y Hucl (1999). Para calcular los FT y FLT se preparó una curva de comparación de ácido gálico. Mientras que para los taninos una de catequina. La caracterización fenólica fue realizada en el Laboratorio de Alimentos de la Unidad de Biotecnología del CEBAJ (INIFAP).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

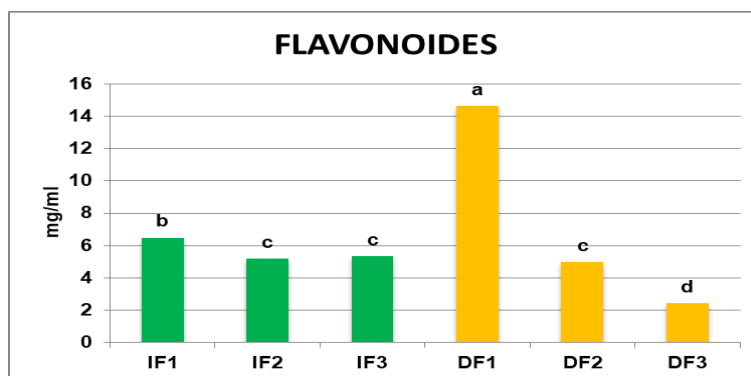
IF1= Infusión Formulación 1, IF2= Infusión Formulación 2, IF3= Infusión Formulación 3, DF1= Decocción Formulación 1, DF2= Decocción Formulación 2, DF3= Decocción Formulación 3.

La DF1 presento 51.75% más FT que la IF1, (Figura 1). Igualmente la DF1 presentó la mayor concentración de FLT que el resto de las formulaciones analizadas.

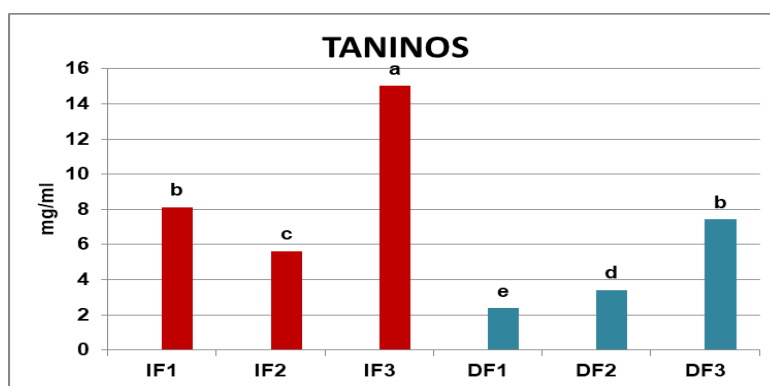
Con respecto a los taninos condensados, la IF1 fue la que mayor cantidad presenta de estos compuestos que las demás formulaciones. El comportamiento con respecto a las antocianinas se observó que la DF2 es quien mayor contenido presenta.



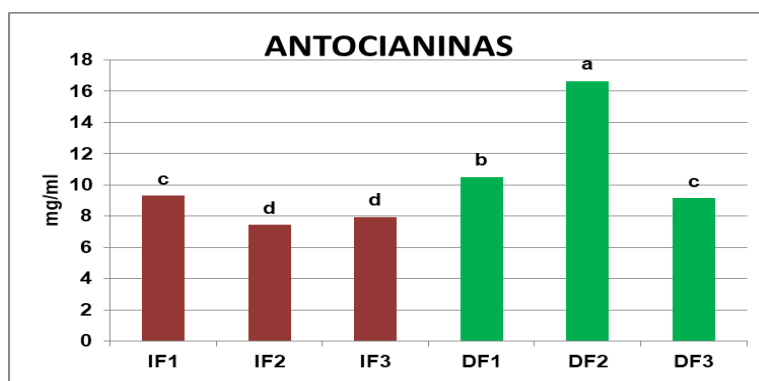
**Figura 1.** Compuestos fenólicos totales (mg/ml) en infusiones y decocciones de mezcla de cuatro plantas medicinales. Medias en la misma columna con diferente letra, son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p < 0.05$ ).



**Figura 2.** Flavonoides (mg/ml) en infusiones y decocciones de mezcla de cuatro plantas medicinales. Medias en la misma columna con diferente letra, son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p < 0.05$ ).



**Figura 3.** Taninos condensados (mg/ml) en infusiones y decocciones de mezcla de cuatro plantas medicinales. Medias en la misma columna con diferente letra, son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p < 0.05$ ).



**Figura 4.** Antocianinas (mg/ml) en infusiones y decocciones de mezcla de cuatro plantas medicinales. Medias en la misma columna con diferente letra, son estadísticamente diferentes (Tukey,  $p < 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las tres formulaciones específicamente en decocciones de mezclas de plantas medicinales muestran ser buena fuente de compuestos fenólicos lo que le confiere un valor agregado a las plantas. Pueden ser opción en la prevención y tratamiento de enfermedades conocidas como crónico-degenerativas.

## LITERATURA CITADA

- Abdel, E. y Hucl, P. (1999). A rapid method for quantifying total anthocyanins in blue aleurone and purple pericarp wheats. *Cereal chemistry*. 76(3):350-354.
- Del Toro, M.J. (2011). Valoración de las propiedades nutricionales de *Moringa oleifera* en el departamento de Bolívar. *Revista de Ciencias*., 23-30.
- Deshpande S, Cheryn S. 1985. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. *Journal Food Science*.50:905;910.
- Dewanto V, Wu X, Adom K, Lui R. 2002. Thermal processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. *J Agric Food Chem* 50: 3010;4.
- Ozturk G, Ginis Z, Akyol S, Erden G, Gurel A, Akyol O. (2012). The anticancer mechanism of caffeic acid phenethyl ester (CAPE): review of melanomas, lung and prostate cancers. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 16, 2064-2068.
- Singleton, V. L & Rossi J. A. 1995. Colorimetry of total phenolics with phosphomolibdic; phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, 16: 144;158.

## **CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y QUÍMICA DE AGUACATES CRIOLLOS DE COMONFORT CON POTENCIAL PARA LA INDUSTRIALIZACIÓN Y COMERCIALIZACIÓN**

Perla E. Escalona-Rueda<sup>1</sup>; Heriberto Sánchez-Mancera<sup>2</sup>; M. Guadalupe Herrera-Hernández<sup>3</sup>; S. Horacio Guzmán-Maldonado<sup>3</sup>; J. Luis Pons-Hernández<sup>3</sup> y Gabriela Medina-Ramos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México en Celaya Antonio García Cubas 600, Fovissste, 38010 Celaya, Gto. Correo: [14030319@itcelaya.edu.mx](mailto:14030319@itcelaya.edu.mx). <sup>2</sup>Universidad Politécnica de Guanajuato. Av. Universidad Sur # 1001 Comunidad Juan Alonso, 38496 Cortazar, Gto. <sup>3</sup>Campo Experimental Bajío INIFAP. Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel Allende, Celaya Gto., México C.P. 38110.

### **RESUMEN**

Si bien existe una marcada predilección por aguacate Hass, y México se posiciona como líder en la exportación de ésta variedad; al conocer las características de nuestros aguacates criollos podrían encontrarse algunos materiales con características idóneas para la industria del guacamole lo cual podría ser una forma de competir con el aguacate Hass. En este sentido, lo que limita la exportación del aguacate criollo es su poca resistencia al frío, esto debido a su cáscara delgada, problema que no presenta el aguacate Hass al ser de cáscara gruesa. Por ello que una de las opciones más viable es industrializarlo. La industrialización del aguacate es muy versátil ya que se puede utilizar la semilla, la hoja y la pulpa. Además, el aguacate se ha destacado por sus diferentes usos: medicinales utilizando hojas, cáscara, semillas y corteza, extracción de aceites, el cual se compara con el de oliva; además de utilizarse como materia prima en la fabricación de shampoo y cosméticos. Pero la principal forma de utilización del aguacate es el consumo de la fruta en fresco y sin lugar a dudas, el guacamole es el producto más popular de la pulpa del aguacate. Es por ello que conociendo las características de esta selección de aguacates criollos podremos darles mejor utilidad destinándolos al proceso de industrialización más idóneo. En los resultados preliminares aquí presentados, se pudo observar que los aguacates criollos colectados presentan un alto contenido de aceite y que el contenido de compuestos fenólicos presentes en la piel del aguacate y del hueso de algunos de los cultivares es muy elevado, lo que los hace buenos candidatos para utilizarle en la industrialización y aprovechamiento de sus subproductos de desecho (piel y hueso) para realizar extractos y emplearse como antioxidantes naturales, y en la producción y obtención de aceite.

**Palabras clave:** *Persea americana, fenoles, aceite, cáscara, hueso.*

### **ABSTRACT**

Although there is a marked predilection for Hass avocado, and Mexico is positioned as a leader in the export of this variety; knowing the characteristics of our Creole avocados, some materials with characteristics suitable for the guacamole industry could be found, which could be a way to

compete with Hass avocado. In this sense, what limits the export of Creole avocado is its low resistance to cold, this due to its thin peel, a problem that Hass avocado does not present when it is thick peel. Therefore, one of the most viable options is to industrialize it. The industrialization of avocado is very versatile since the seed, leaf and pulp can be used. In addition, the avocado has stood out for its different uses: medicinal using leaves, peel, seeds and bark, oil extraction, which is compared with that of olive; in addition to being used as raw material in the manufacture of shampoo and cosmetics. But the main way of using avocado is the consumption of fresh fruit and without a doubt, guacamole is the most popular avocado pulp product. That is why knowing the characteristics of this selection of creole avocados we can give them better utility by allocating them to the most suitable industrialization process. In the preliminary results presented here it was observed that the creole avocados collected have a high oil content and that the content of phenolic compounds present in the peel of the avocado and the seed of some of the cultivars is very high, which makes them good candidates to be used in the industrialization and use of their waste by-products (peel and seed) to make extracts and be used as natural antioxidants, and in the production of oil.

**Keywords:** *Persea Americana, phenols, oil, peel, seed*

## INTRODUCCIÓN

El aguacate (*Persea americana*) pertenece a la familia Laurácea y es originario de Mesoamérica, específicamente de las áreas montañosas del centro y este de México, y de las partes altas de Guatemala donde se ha distribuido al resto del mundo (Barrientos y López, 2002). En la actualidad se reconocen tres razas: la mexicana (*Persea americana* var. *drymifolia*), la guatemalteca (*P. americana* var. *guatemalensis*) y la Antillana (*P. americana* var. *americana*). Estas tres razas se pueden diferenciar sobre la base de sus características morfológicas, fisiológicas y de cultivo (Bergh, 1995; Bergh and Lahav, 1996). La mayoría de las variedades comerciales de aguacate son híbridos interraciales, desarrollados a partir del intercambio de materiales entre las diferentes razas. En general, la raza mexicana incluye variedades nativas con nombres locales, producen frutos que se consumen y comercializan localmente y se usan como pie de injerto para el cultivar 'Hass', que es el más distribuido en el mundo (Fiedler et al., 1998) y México es el principal proveedor del mercado internacional con una aportación de 45.95% del valor de las exportaciones mundiales.

A pesar de la existencia de 400 variedades de aguacate, hay una marcada predilección por el consumo de aguacate Hass lo que ha generado el poco desarrollo de nuevas variedades adaptables a las diferentes condiciones agroecológicas y generación de nuevas variedades como alternativa a la variedad Hass, además de la falta de optimización de la extracción de aceite y generación de subproductos de aguacate (SAGARPA 2017). Todo ello ha ocasionado que el aguacate criollo mexicano esté siendo sustituido por cultivares comerciales (principalmente aguacate Hass) o perdiéndose por la destrucción del ecosistema. Por esta situación los productores de aguacate

criollo han externado su interés en conservar y darles valor agregado a sus cultivares, lo que a su vez permitirá encontrar alternativas para diversificar la producción e industrialización de aguacate y reducir el uso exclusivo de la variedad Hass.

A pesar del liderazgo que tiene México como principal proveedor de aguacate en el mercado internacional, su uso industrial es muy restringido con solo 16% de la producción y que son principalmente variedades comerciales, por lo que existe muy poca o nula información sobre el potencial industrial del aguacate criollo pese a que el aguacate presenta una variada posibilidad de usos como producto industrializado. Dentro de estos productos se encuentran pulpas para productos untables, aceites, tradicionalmente para fines cosméticos y farmacéuticos, pero recientemente también tiene uso comestible como aceite extrafino. Uno de los productos que ha tenido mayor desplazamiento es el puré de aguacate congelado el cual es utilizado como materia prima en diversos procesos. El aguacate deshidratado para consumo ha sido una buena alternativa de industrialización, de esta manera su vida es superior a la presentación en fresco.

Por lo tanto, el conocer las características de los aguacates criollos podrían encontrarse algunos materiales con características idóneas para su industrialización lo cual los hará más competitivos y lo cual se verá reflejado en mejores ganancias. Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar una colecta de aguacates criollos de Comonfort para determinar su potencial para ser industrializado.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se llevó a cabo la recolección de 17 cultivares de aguacates criollos en el municipio de Comonfort, en las huertas de los miembros de la Asociación de Fruticultores de Comonfort. Los materiales se transportaron al laboratorio de Alimentos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), donde se registraron sus datos físicos como peso, espesor de pulpa, contenido de hueso y pulpa. Una vez registradas estas características se separó la piel, la pulpa y la piel del hueso, luego se prepararon para congelarlas y liofilizarlas para realizar los análisis posteriores de contenido de aceite y contenido de fitoquímicos como fenoles totales (Singleton y col.1999), y capacidad antioxidante.

Debido a las características de la piel de estos aguacates criollo, en los que en la mayoría de ellos se consume la piel, se realizaron pruebas para saber su contenido de fenoles totales utilizando varias proporciones de etanol para su extracción (etanol al 30%, 50%, 70% y 100%). Estas pruebas también se realizaron en la piel del hueso.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la Tabla 1 se muestran los nombres de los aguacates criollos colectados y los resultados de los análisis físicos realizados. Se observa que los materiales analizados presentan un amplio rango en peso promedio que va desde los 35 g a los 198 g. En este sentido los productores de aguacate criollo

de Comonfort comentan que en este año los aguacates se vieron afectados por las condiciones climáticas, ya que presentaron tamaños más pequeños de los que tienen registro.

Tabla 1. Características Física de aguacates criollos.

<b>Muestra</b>	<b>Peso promedio (g)</b>	<b>Longitud aguacate (cm)</b>	<b>Espesor pulpa (cm)</b>	<b>Longitud hueso (cm)</b>	<b>% hueso</b>	<b>%Pulpa</b>
<b>Pachis "2"</b>	35.8±9.4e	6.8±0.43e	0.66±0.16cd	4.04±0.32d	19.0±3.84bc	80.9±3.8ab
<b>NNN</b>	127.9±31.0abcd	9.7±1.0bc	1.11±0.12abc	5.94±0.74ab	23.0±2.3abc	76.7±2.3abc
<b>RLV alargado</b>	95.2±11.4cd	12.3±0.63 a	0.85±0.04c	5.75±0.42ab	16.5±2.0bc	83.6±2.0ab
<b>Pata de pichón</b>	135.7±24.6abc	8.1±0.72cde	1.32±0.19 ab	4.27±0.43cd	25.5±2.0	74.5±2.0bc
<b>Rinconcillo verde</b>	134.9	10.24	1.11	4.61	18.4	81.6
<b>Fuerte</b>	198.3±34.6 a	11.3±0.53ab	1.63±0.29 a	5.47±0.72	8.2±1.9c	91.7±1.9 a
<b>Uriel</b>	161.6±35 ab	8.73±0.76cd	1.06±0.18bc	4.66±0.66bcd	22.2±2.9abc	77.7±2.9abc
<b>INI verde amarillo</b>	118.0±31.1abcd	9.94±1.1abc	0.66±0.65cd	5.5±0.56abcd	18.39±2.9abc	81.6±2.8abc
<b>Verde punteado</b>	123.7±16.1abcd	9.95±1.18abc	0.225±0.03d	5.82±0.32abc	16.8±0.58abc	83.2±0.58abc
<b>Landín 1</b>	72.5±17.0de	8.7±0.76cd	0.72±0.19cd	5.99±0.96 a	28.3±18.9ab	71.7±18.9bc
<b>Landín 2</b>	116.6±17.1bcd	8.9±0.46c	0.85±0.18c	5.68±0.39ab	28.3±2.6ab	71.6±2.6bc
<b>Landín 3</b>	57.8±17.6de	6.9±0.65de	0.62±0.07cd	4.61±0.42bcd	35.6±8.3a	64.3±8.3 c
<b>Melitón</b>	146.2	9.92	1.07	4.66	13.1	86.9
<b>Rinconcillo colmena</b>	145.5±43.7abc	9.90±0.67bc	1.07±0.23bc	4.77±0.18	21.2±4.89abc	78.8±4.89abc
<b>Mantequilla</b>	88.2±34.8cde	9.29±1.3c	0.78±0.15cd	5.64±0.64ab	26.2±3.87ab	73.8±3.87bc

Medias con letras iguales en la misma columna no presentaron diferencia estadística significativa por la prueba de Tukey, ( $p < 0.05$ ).

La muestra que mayor peso presentó fue la variedad Fuerte (198 g) que se tomó con control para comparar con las variedades criollas. Se puede observar que esta variedad es la que menor porcentaje de hueso presenta y mayor contenido de pulpa. De los materiales criollos analizados la muestra llamada Melitón es la que presenta menor porcentaje de hueso y mayor contenido de pulpa, aunque de este cultivar sólo se pudo obtener una muestra. A éste genotipo le sigue el RLV alargado que presentó un 16% de huesos y 83% de pulpa. En este sentido, es bien conocido que una de las características de los aguacates criollos de piel delgada es que presentan un hueso muy grande, lo que es un tanto desventajoso cuando se trata de rendimiento.

Por otro lado, en la Tabla 2 se muestra el contenido de aceite y composición fenólica de la pulpa y la piel del hueso del aguacate de las muestras que se llevan procesadas al momento. Los resultados obtenidos del contenido de aceite fueron mayores a las reportadas por Medita et al., (2017). Referente al contenido de fenoles totales la pulpa el material NNN presentó el menor contenido de éstos compuestos. En el caso del contenido de fenoles en la piel del hueso se observa que las muestras presentan un mayor contenido de éstos, si se compara con el contenido de la pulpa, a excepción del Pachis 2 donde el contenido de fenoles es casi igual en la pulpa y en la piel de la semilla. El material que llama la atención fue el Pata de pichón, que presento un contenido fenólico muy elevado en la piel del hueso. Estas determinaciones en piel del hueso se están realizando debido a que es común que durante la preparación del guacamole en muchos hogares acostumbran agregar el hueso al guacamole para evitar la oxidación, por lo que es muy probable que el hueso y en específico la piel que lo cubre contenga algunos compuestos antioxidantes como lo son los fenoles y que ayuden a evitar la oxidación de la pulpa. En este sentido, se están realizando también pruebas de capacidad antioxidante de la pulpa, piel y hueso.

Tabla 2. Contenido de aceite y fenoles totales presentes en aguacate criollo

Muestra	Aceite (%)	Fenoles en pulpa mg EAG/100g	Fenoles en piel del hueso mgEAG/100g
<b>Pachis "2"</b>	68.8±.26 a	773.2±65a	710±40.6 b
<b>NNN</b>	68.1±1.0 a	149.5±13.8 c	1081.3±18.8b
<b>RLV alargado</b>	58.8±0.07 c	737.2±41.3 ab	2276.7±0.04b
<b>Pata de pichón</b>	64.07±0.2 b	609.4±59.5 b	60687±8784 a
<b>Rinconcillo verde</b>	57.24 ± 0.4 c		
<b>Landín 3</b>	67.45±0.06 a		

Medias con letras iguales en la misma columna no presentaron diferencia estadística significativa por la prueba de Tukey, (p<0.05). EAG=miligramos equivalentes de ácido gálico

Se realizaron también pruebas de extracción con diferentes proporciones de etanol grado alimentario para la cuantificación de compuestos fenólicos, esto con el propósito de identificar en cual proporción se obtenía más de estos compuestos pensando en su futura extracción utilización como extracto antioxidante.

Se pudo observar que la piel de pata de pichón presentó el mayor contenido de compuestos fenólicos (Tabla 3) siendo el etanol al 70% el que extrajo mayor contenido de éstos compuestos seguido de del etanol al 50 y 30%. En el cultivar Melitón no se presentaron diferencias significativas entre los diferentes solventes de extracción.

Tabla 3 Contenido de Fenoles totales en piel de aguacate criollo utilizando varios solventes de extracción.

Muestra	Solvente de extracción	Fenoles en piel mg EAG/100g (g)
	Agua	890±107.5 c

<b>Melitón</b>	Etanol 30%	1424±262 c
	Etanol 50 %	1533±362 c
	Etanol 70%	1537±464 c
	Etanol 100%	1589±342 c
<b>Pata de pichón</b>	Agua	3979±1142 c
	Etanol 30%	9847±1321 b
	Etanol 50 %	9720±2482 b
	Etanol 70%	14123±1854 a
	Etanol 100%	3896±1310 c

Medias con letras iguales en la misma columna no presentaron diferencia estadística significativa por la prueba de Tukey, ( $p < 0.05$ ). EAG=miligramos equivalentes de ácido gálico

## CONCLUSIONES

En los resultados preliminares aquí presentados se pudo observar que los aguacates criollos colectados presentan un alto contenido de aceite y que el contenido de compuestos fenólicos presentes en la piel del aguacate y del hueso de algunos de los cultivares es muy elevado, lo que los hace buenos candidatos para utilizarle en la industrialización y aprovechamiento de sus subproductos de desecho (piel y hueso) para realizar extractos y emplearse como antioxidantes naturales, y en la producción y obtención de aceite.

## AGRADECIMIENTOS

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y a la Asociación de fruticultores de Comonfort.

Los resultados aquí presentados forman parte del proyecto: "Estudio de la diversidad genética, caracterización e industrialización de aguacates criollos de Guanajuato y Nayarit.

## LITERATURA CITADA

- Barrientos, P. A. F. y López, L. L. 2002. Historia y genética del aguacate. Memoria 2002 de la Fundación Salvador Sánchez Colín. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas del Aguacate en el Estado de México. Coatepec de Harinas, México. 100-121 pp.
- Bergh, B. O. (1995). Avocado. In: Smartt, J. and Simmonds, N. W. (Eds). Evolution of crop plants. Longman Scientific and Technical. 240-245 pp.
- Bergh, B. O. and Lahav, E. 1996. Avocados. In: Janick, J. and Moore, J. N. (Eds). Fruit breeding. Vol. 1. Tree and tropical fruits. John Wiley and Sons. 113-166 pp.
- Fiedler, J.; Bufler, G. and Bangerth, F. 1998. Genetic relationships of avocado (*Persea americana* Mill.) using RAPD markers. *Euphytica* 101:249-255.

Medina T. R, Jaime R. Y, Ibarra E. M, Salazar G.S. 2017. Contenido de aceite en frutos de selecciones de aguacate (*Persea americana*) criollo de clima tropical y subtropical de Nayarit.

SAGARPA 2017. Planeación Agrícola Nacional. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.  
<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/257067/Potencial-Aguacate.pdf>.

Singleton, V.L., Orthofer, R., Lamuela-Ravento S, R.M. (1999): Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *MethodsEnzymol.* 299, 152-178.

## **BOMBAS COMO TURBINAS EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RECUPERAR ENERGÍA**

Jesús David Joaquín Cuarenta<sup>1\*</sup>, Jesús Mora Rodríguez<sup>1</sup>, Xitlali Delgado Galván<sup>1</sup>, Gilberto Carreño Aguilera<sup>1</sup>, Ismael Orozco Medina<sup>1</sup>, Modesto Pérez Sánchez<sup>2</sup>, Petra Amparo López Jiménez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Geomática e Hidráulica, División de Ingenierías, Universidad de Guanajuato. Av. Juárez 77, Centro, Guanajuato, Gto. C.P. 36000. México. <sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente Universitat Politècnica de València, Camino de Vera, s/n°, 46022 Valencia, España. Autor de correspondencia: [ljd.joaquincuarenta@ugto.mx](mailto:ljd.joaquincuarenta@ugto.mx)

### **RESUMEN**

En el presente trabajo se obtiene la curva característica del funcionamiento de una bomba como turbina para calcular la energía que se puede generar en una conducción por gravedad desde dos presas hasta una planta de tratamiento de agua potable para abastecimiento de agua, la cual es suministrada con un caudal variable en función del consumo y se encuentra ubicada en la Ciudad de Guanajuato, México. La curva característica se obtiene por medio de fórmulas empíricas y curvas experimentales de bombas propuestas por diversos autores, las cuales predicen el funcionamiento de la bomba operando como turbina. Las fórmulas se utilizan para conocer el punto de funcionamiento óptimo en el cual puede trabajar la máquina, mediante las variables: caudal, carga hidráulica y eficiencia. La energía generada por la bomba funcionando como turbina es de 90,626.35 kWh/año.

**Palabras clave:** *Bombas como turbinas, Conducción por gravedad, Curva característica, Energía hidroeléctrica, Líneas de conducción.*

### **ABSTRACT**

In this work we obtain the characteristic curve of the operation of a pump as a turbine to calculate the energy that can be generated in a pipeline by gravity from two dams to a drinking water treatment plant for water supply, which is supplied with a variable flow depending on consumption and is located in Guanajuato City, Mexico. The characteristic curve is obtained through empirical formulas and experimental curves of pumps proposed by various authors, which predict the operation of the pump operating as a turbine. The formulas are used to know the optimum operating point at which the machine can work, through the variables: flow rate, hydraulic load and efficiency. The energy generated by the pump operating as a turbine is 90,626.35 kWh/year.

**Key words:** *Pumps as turbines, Gravity conduction, Characteristic curve, Hydroelectric energy, Conduction lines.*

### **INTRODUCCIÓN**

El ahorro de agua y energía es una de las principales preocupaciones en la gestión de un sistema de abastecimiento de agua (Fecarotta O *et al*, 2007) la energía se puede recuperar con las MCHE, éstas se refieren a la generación de energía en el rango de 5kW a 100kW, las cuales pueden proporcionar fuentes alternativas de energía renovable, especialmente en zonas con pequeños ríos o arroyos (Raman N & Hussein I, 2013). Sin embargo, el costo de inversión inicial es considerado relativamente alto, y esto ha restringido su uso de manera considerable en algunos países. Ogayar *et al* (2009) analizaron los costos para pequeñas centrales hidroeléctricas concluyendo que la turbina representa un 30% del gasto total de la obra, solo superado por los gastos de construcción de la misma, los cuales son del 40%, seguidos de los equipos electromecánicos y de regulación con un 22%, finalmente la gestión de la construcción se considera de aproximadamente de un 8%. La energía hidroeléctrica se puede obtener en cualquier sistema de agua que tenga un exceso de energía disponible por medio de las MCHE, las cuales están equipadas por una turbina y un generador, el cual transforma la energía mecánica en eléctrica. No obstante, como se mencionó anteriormente, el costo y mantenimiento de una turbina es elevado lo cual la hace tener un periodo aproximado de recuperación de 15 años. Para contrarrestar el alto costo de la turbina, se propone un equipamiento alternativo, el cual consiste en hacer funcionar una bomba centrífuga operando como turbina (PAT) ya que estas están fácilmente disponibles en el mercado y con fácil acceso a sus piezas de repuesto, funcionando en conjunto con un motor asíncrono como generador eléctrico ( Páscoa JC *et al*, 2012) , con ello se reducen costos de inversión y mantenimiento, ya que esta alternativa representa una opción técnica adecuada y con una considerable ventaja económica, con un periodo de recuperación aproximado de 3 años (Orchard B & Klos S, 2009). Las curvas características de las PATs pueden presentar algunos inconvenientes al momento de la selección de los equipos que mejor se adapten a las necesidades, con las condiciones que se presenten en campo. Lo anterior debido a la poca información comercial que se tiene sobre las bombas trabajando en modo inverso (Orlando AA, 2002). Por lo tanto, se plantea utilizar fórmulas empíricas propuestas por diversos autores para la selección del equipo y la metodología desarrollada por (Romero-Marrero L *et al*, 2008), para determinar los puntos de funcionamiento de la PAT. El objetivo de este trabajo es realizar la propuesta de diseño de una PAT, para calcular la energía generada en una conducción por gravedad del SIMAPAG. Para ello, se utilizarán datos de caudal y altura variables (SIMAPAG, 2017), con los cuales se puede conocer el gasto y altura aprovechable por la PAT.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

De forma ideal, la selección de una PAT debe ser tan fácil y sencillo como la selección de una bomba centrífuga standard. Para ello se consideran las curvas características de diferentes fabricantes en función de los requerimientos de la bomba en cuestión y que estarán en función del caudal, altura y óptima eficiencia. Sin embargo, el funcionamiento a la inversa de la bomba puede ser menos eficaz porque se reajusta la dirección del flujo y se producen pérdidas hidráulicas y por

fricción (Motwani KH *et al*, 2012), en consecuencia, hoy en día no se cuenta con información suficiente respecto al rendimiento de las bombas funcionando en el modo de turbina.

Fórmulas empíricas para la predicción de una pat

Una gran variedad de autores se ha dedicado a la investigación para la predicción del comportamiento de una PAT a partir de sus características en el BEP en modo bomba. Estos autores estiman la relación entre el modo bomba y modo turbina a partir de ciertos coeficientes que se relacionan con el caudal, la carga hidráulica y la eficiencia (Tabla 1)

**Tabla 1. Coeficientes para la predicción de una PAT**

Gasto	Carga	Eficiencia
$Q_B \times K_Q$	$H_B \times K_h$	$\eta \times K_\eta$

La tabla 1 nos presenta los valores en el punto óptimo de operación en modo turbina, donde Q es el gasto estimado de operación en l/s, H es la altura recuperada por la máquina hidráulica en mca y  $\eta$  es la eficiencia de la máquina.

**Tabla 2 Fórmulas empíricas**

Referencia	$K_Q$	$K_h$	$K_\eta$
<b>Stephanoff</b> [12]	$\frac{1}{\sqrt{\eta_B}}$	$\frac{1}{\eta_B}$	1
<b>Mc. Claskey</b> [13]	$\frac{1}{\eta_B}$	$\frac{1}{\eta_B}$	1
<b>Sharma-Williams</b> [14]	$\frac{1}{\eta_B^{0.8}}$	$\frac{1}{\eta_B^{1.2}}$	1
<b>BUTU</b> [15]	$\frac{0.85\eta_B^5 + 0.358}{2\eta_B^{9.5} + 0.205}$	$\frac{1}{0.85\eta_B^5 + 0.358}$	$1 - \frac{0.03}{\eta_B}$
<b>Yang et al.</b> [16]	$\frac{1.2}{\eta_B^{0.55}}$	$\frac{1.2}{\eta_B^{1.1}}$	

En el caso de las fórmulas para los coeficientes  $K_Q$ ,  $K_h$  y  $K_\eta$ , estos se pueden obtener de diversos autores que han propuesto ecuaciones, la tabla 2 muestra las 5 fórmulas más utilizadas para predicción de PATs. A partir de estos parámetros característicos de la máquina hidráulica se usan como base de cálculo para obtener los coeficientes empíricos de caudal, altura y eficiencia. Con las fórmulas mostradas anteriormente y la metodología propuesta por Romero, se busca la PAT que mejor se adapte a las características del sitio, con la cual se seleccionarán los puntos óptimos de funcionamiento.

### Aplicación de la metodología para el diseño de la PAT

El diagrama de flujo mostrado en la Figura 1, la cual describe la metodología a utilizar para determinar los puntos de funcionamiento de la PAT y de este modo calcular la energía recuperada en un sistema a través de la selección de una bomba trabajando como turbina.

La Entrada 1 considera una eficiencia ( $\eta$ ) del 70%, este valor se sustituye en las fórmulas de la Tabla 2 para obtener los coeficientes  $K_Q$  y  $K_h$ . En la Entrada 2 está el rango de caudal y carga recuperable en función de las características de la zona de estudio. Posteriormente se dividen los valores de entrada 2 entre los coeficientes  $K_Q$  y  $K_h$ , de este modo se obtiene el gasto (QBEP) y la carga (HBEP) con los que se seleccionará la bomba (salida 1).

Obtenidos los rangos de Salida 1 se realiza la selección de una máquina hidráulica en un catálogo de bombas, que mejor se adapte a los valores obtenidos. Posteriormente se determina QBEP, HBEP y NSP para la bomba seleccionada. Se debe de contar con una eficiencia de la máquina igual o similar a 70%, de lo contrario se vuelve al Paso 1. Considerando ahora Entrada 1 igual a la eficiencia obtenida en el paso 2 y calcular nuevamente QBEP, HBEP y  $\eta$ BEP.

$$N_{SP} = N_{BEP} \frac{\sqrt{Q_{BEP}}}{H_{BEP}^{3/4}} \quad (1)$$

Cálculo de la velocidad específica en modo turbina. Se determina la potencia de la máquina (P) para poder calcular la velocidad específica por medio de la Ecuación 2, la cual se utiliza para obtener la curva caudal-altura (Paso 4).

$$N_{ST} = N \frac{\sqrt{P}}{H^{5/4}} \quad (2)$$

Determinación de curvas Q-H Y Q- $\eta$  en modo turbina. Utilizando curvas experimentales de máquinas operando como turbinas obtenidas mediante ensayos experimentales (Figura 2), Las cuales varían en función de la velocidad específica y definen las curvas características de la PAT por medio de los parámetros de descarga ( $\varphi$ ) y altura ( $\Psi$ ). Para obtener los valores Q y H se despejan de las Ecuaciones 3 y 4 respectivamente, la  $\eta$  se lee directamente de la gráfica. Donde Q es el caudal que atraviesa la turbina (m<sup>3</sup>/s), H es la altura recuperable (mca), N es la velocidad de rotación (rps) y D es el diámetro del rodete de la bomba (m).

$$\varphi = \frac{Q}{ND^3} \quad (3)$$

$$\Psi = \frac{gH}{N^2D^2} \quad (4)$$

Estimación de la energía recuperable por la PAT. Una vez conocidos los valores de caudal, altura y eficiencia, se determina la energía recuperable por la máquina con la Ecuación 5. La energía calculada es la potencia hidráulica, no se consideran las pérdidas en el generador.

$$P_h = g \times Q \times H \times \eta \quad (5)$$

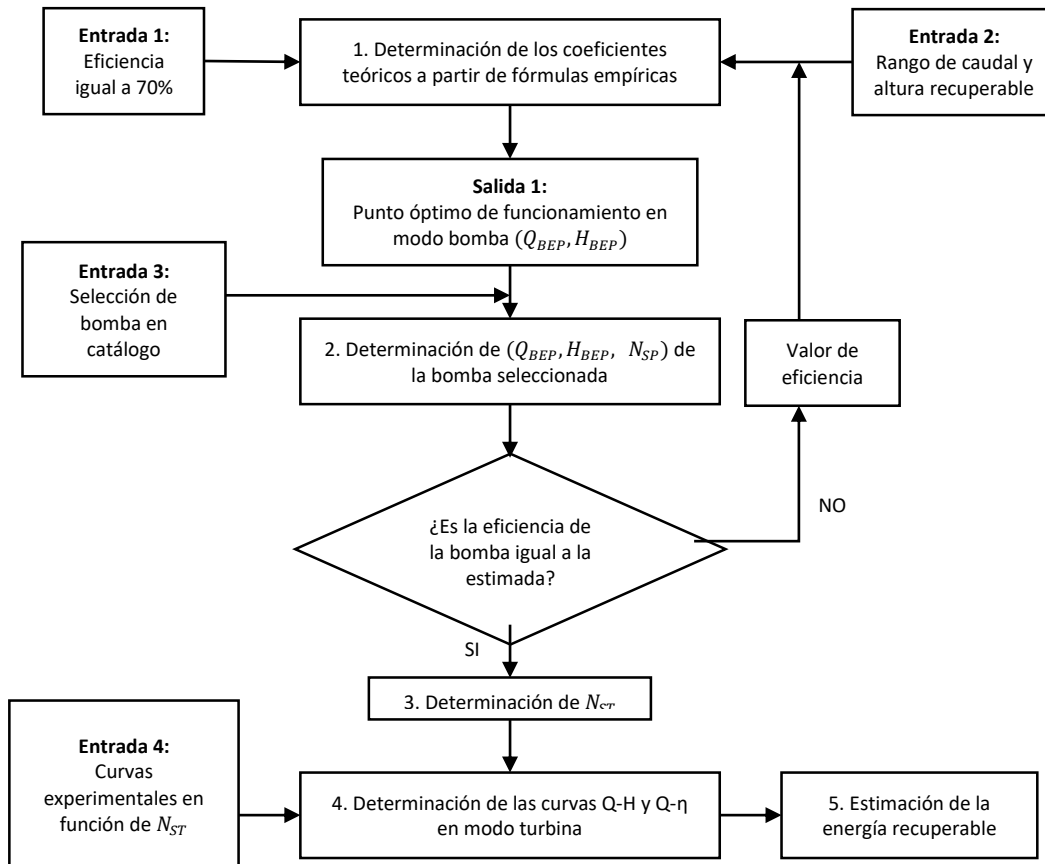


Figura 1 Metodología utilizada

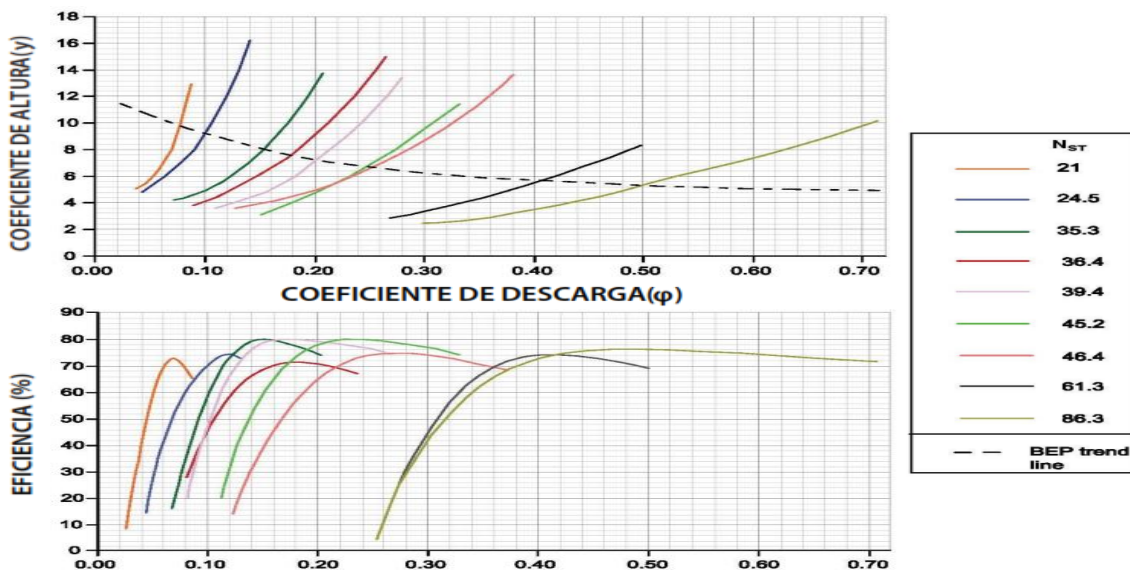


Figura 2. Curvas experimentales de PAT's en función del coeficiente de descarga y altura

Caso de estudio

El caso de estudio está ubicado en ciudad de Guanajuato, México, Es un sistema de producción de agua del SIMAPAG, donde se tienen dos líneas de conducción de dos presas que alimentan a la planta potabilizadora llamada “Filtros” la ubicación se muestra en la Figura 3 (Izquierda). El esquema de instalación de la planta Filtros se muestra en la Figura 3 (Derecha).

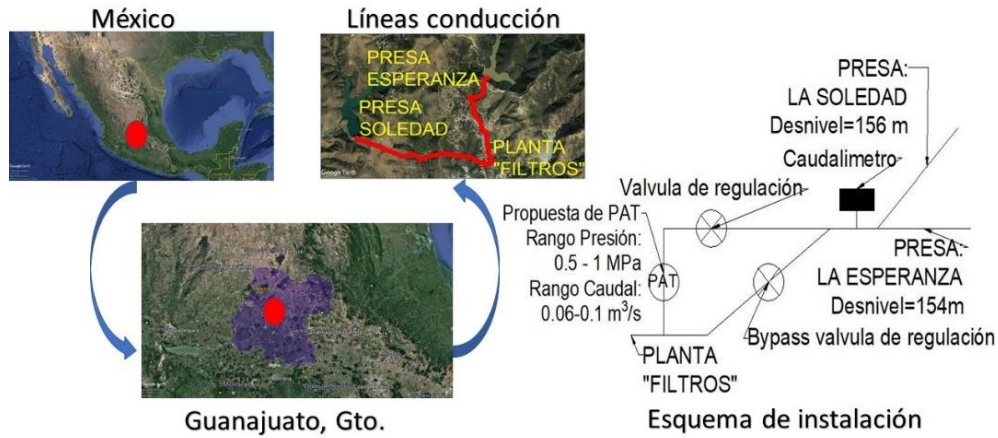


Figura 3. Ubicación (Izquierda) y Esquema de instalación (Derecha)

La Figura 4 muestra los valores de caudal y altura en los cuales trabaja la planta filtros a lo largo del día, donde se tienen datos variables. La línea azul muestra el caudal variable por día, la línea roja representa la carga variable por día y el recuadro verde indica las horas de trabajo en la que se diseñará la PAT.

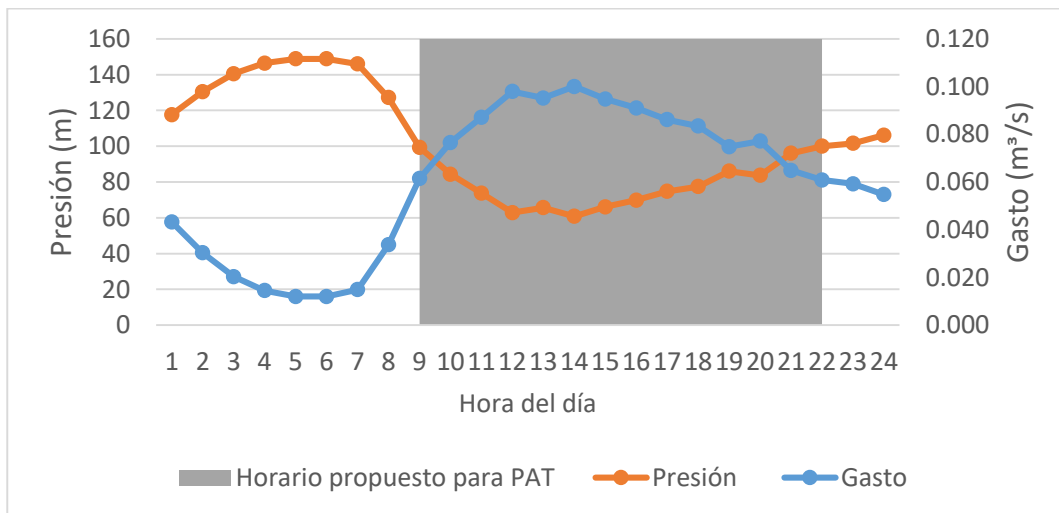


Figura 4. Valores de trabajo "Planta Filtros"

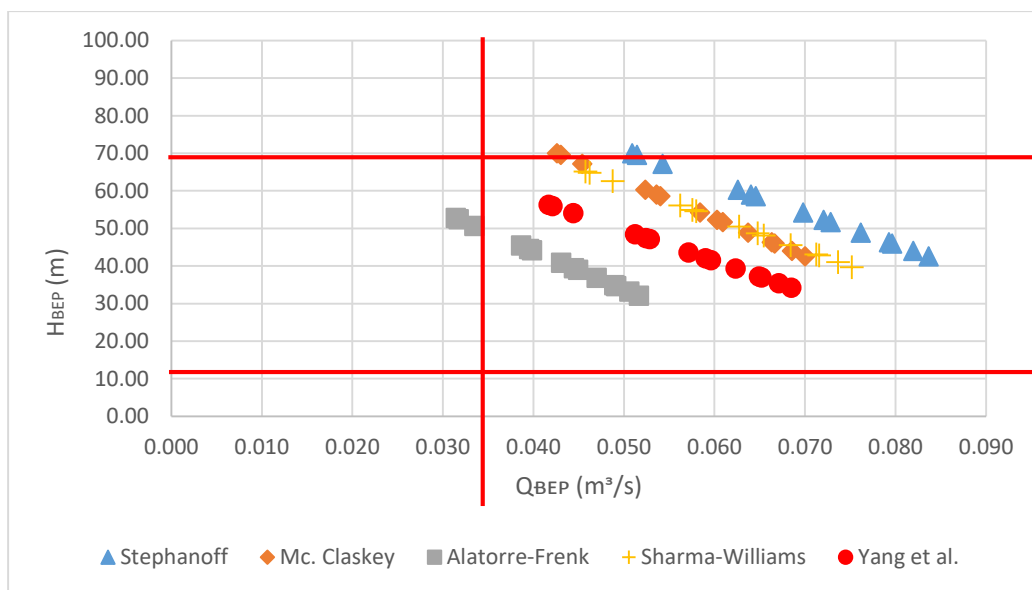
**RESULTADOS**

Derivado de la aplicación de la metodología a seguir y con los rangos de trabajo en planta filtros. Se muestran los resultados del proceso para la generación de energía de la PAT.

Elección de la bomba a partir de los puntos de operación de la turbina

Siguiendo la metodología mostrada en la Figura 1, la Entrada 2 utiliza el rango de trabajo de la turbina, considerando una eficiencia del 70% (Entrada 1) se pueden obtener los coeficientes estimados por diversos autores siguiendo las fórmulas de la Tabla 2 (Paso 1).

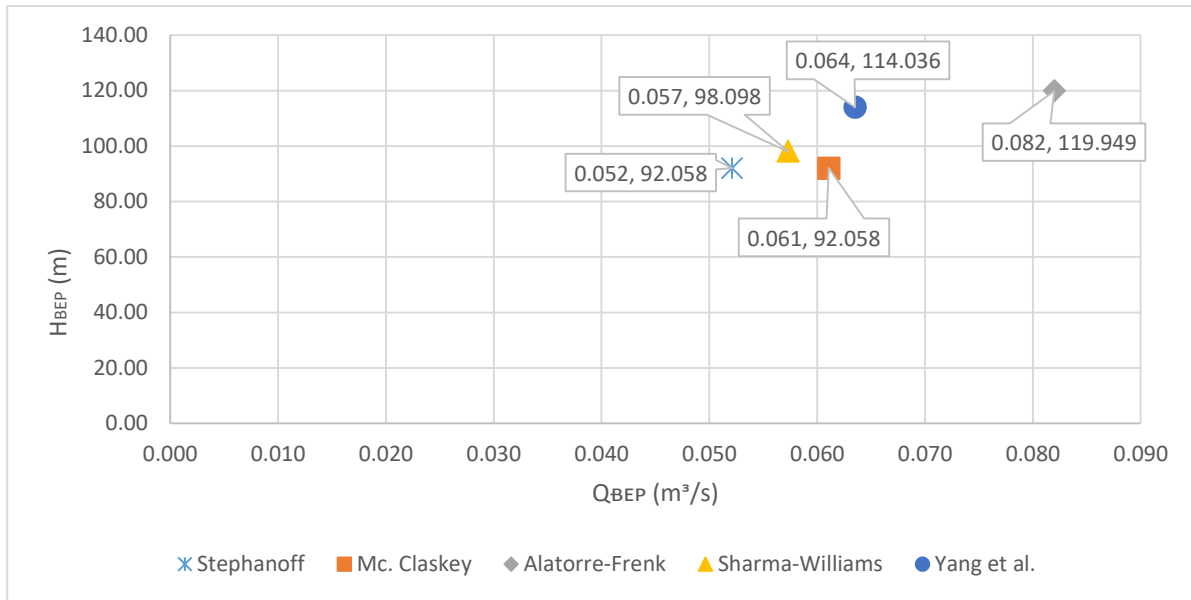
Una vez obtenidos los coeficientes, para conocer los puntos óptimos de funcionamiento de la bomba se debe dividir los valores de la tabla 1, dejando como denominador a los coeficientes y numerador a los datos de Entrada 1. En la Figura 5 se observa el rango de trabajo en el cual la bomba que trabajará como turbina (Salida 1) se ha obtenido por diversas alternativas y se muestra delimitado por las barras rojas. Teniendo un rango de caudal de 31.73 a 83.67 l/s y un rango de altura de 32.12 a 69.58 mca. Conocidos estos valores se puede ir a catálogos de bombas para seleccionar la PAT.



**Figura 5 Rango de trabajo para seleccionar la bomba**

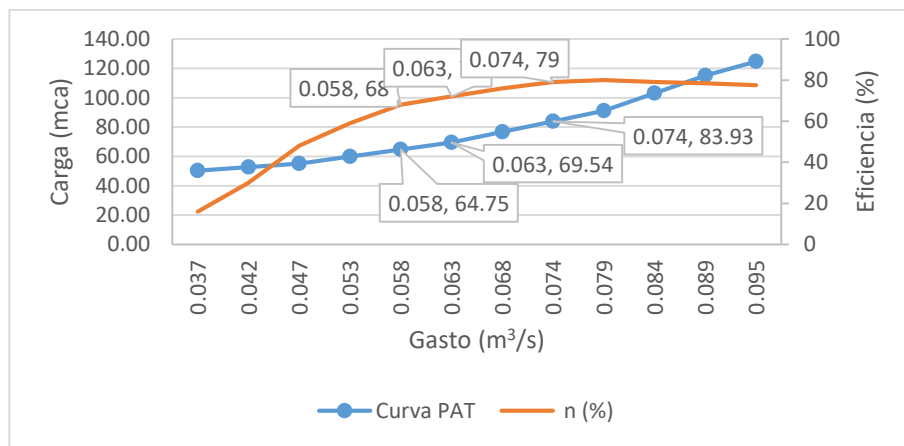
El equipo seleccionado es una bomba KSB Etanorm, Etabloc 100-080-200, con una velocidad de giro de 3000rpm y un diámetro del rodete de 200mm. De esta curva se obtiene el BEP, de una eficiencia de 85.64 (%) para un gasto de 220 m<sup>3</sup>/h, carga de 60 (mca) (Entrada, del paso 3). Teniendo estos datos se regresa al paso 1 del diagrama mostrado en la Figura 1 para calcular nuevamente los coeficientes.

Las fórmulas de la Tabla 1 se resuelven utilizando los datos de los nuevos coeficientes y la Entrada del paso 3, con estos valores se obtiene el BEP de la PAT representada por varios autores (Figura 6) Donde se observa la dispersión que tienen con un valor de caudal mínimo de 0.052 y máximo de 0.082 m<sup>3</sup>/s y carga hidráulica, con valor mínimo de 92.06 y máximo de 119.95m.



**Figura 6 BEP de la PAT seleccionada**

Una vez obtenidos los BEP de la PAT, se calculó la  $N_{sp}$  por medio de la Ecuación 1. Con el valor de  $N_{sp}$  y la Ecuación 2, se obtuvo  $N_{st}$  para cada propuesta de los autores mencionados (paso 3).

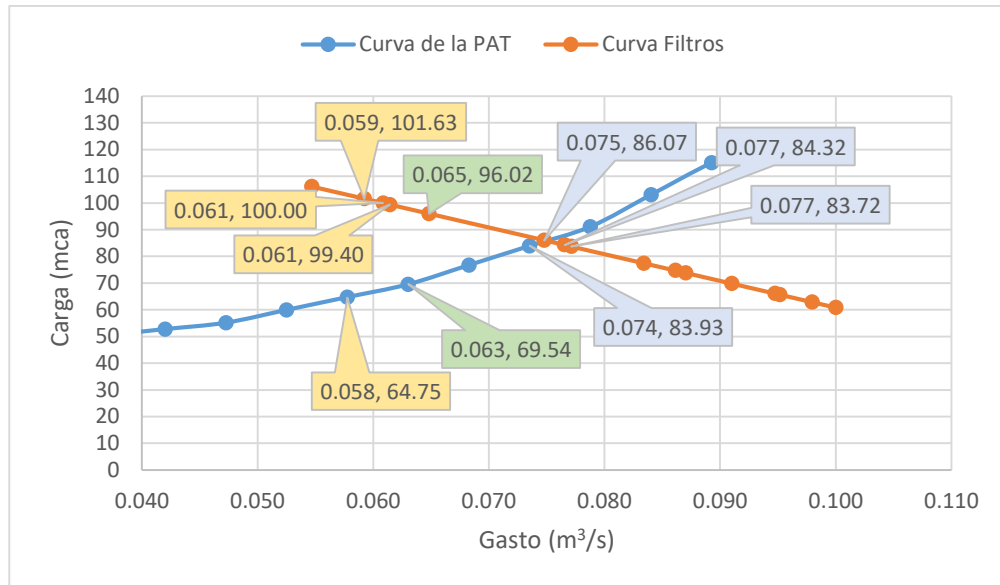


**Figura 7 Curva Q-H y Q-η de la PAT**

Para determinar las curvas Q-H y Q-η mostradas en la Figura 7 se utilizan las curvas experimentales calculadas por algunos autores (Figura 2), donde se muestran varios tipos de bombas diferenciados por su NST. Para poder seleccionar la curva se utiliza la  $N_{ST} = 35.3$  que es cercana a la calculada por Stephanoff que es igual a 33.09. De la curva seleccionada se obtienen los coeficientes de descarga y altura, la eficiencia se lee directamente, los valores de Gasto (Q) y altura (H) se despejan de las Ecuaciones 3 y 4 respectivamente para obtener las curvas Q-H y Q-η de la PAT (Figura 7)

#### Puntos de operación de la PAT

La Figura 7 muestra los tres puntos de operación en los cuales trabajará la PAT, la determinación de éstos se realiza mediante la Figura 8.



**Figura 8. Datos de trabajo planta filtros y PAT**

En la Figura 8, Se observa la curva característica de la PAT (línea Azul) y los valores de trabajo en la planta filtros (línea roja). Buscando valores de caudal semejantes para ambas curvas, pero donde se pueda reducir la presión en filtros para coincidir con los puntos de operación de la PAT. Se identificaron 7 horas de operación a lo largo del día en los cuales puede trabajar la PAT.

**Tabla 3. Generación de energía**

Máquina	Q (m³/s)	H (mca)	Eficiencia (%)	P (kW)	Horas/año	E (Kwh)	Etotal (Kwh)
	0.058	64.75	66.00	24.31	1095	26,624.23	
<b>PAT</b>	0.063	69.54	72.00	30.95	365	11,295.13	90,626.35
	0.074	83.93	79.00	48.13	1095	52,706.99	

## CONCLUSIONES

Con la aplicación de las fórmulas empíricas desarrolladas por diversos autores se tiene una aproximación al funcionamiento de la máquina en modo turbina. Sin embargo, estos métodos presentan un error aproximado de 20% con la estimación real del funcionamiento. Para disminuir la posibilidad de error del diseño de la PAT se seleccionaron los 5 métodos más utilizados, los cuales están basados en el punto de máxima eficiencia en modo bomba y turbina, siguiendo la metodología propuesta por Romero-Marrero et al, se tiene un esquema para seleccionar la mejor propuesta de PAT en base a la velocidad específica en modo bomba.

Para obtener las curvas de funcionamiento Q-H y Q-n, se utiliza la metodología que fue desarrollada por Carvalho, el cual propone un método de selección para obtener el punto de máxima eficiencia como bomba basado en los resultados experimentales obtenidos para coeficientes adimensionales de caudal y altura de bombas funcionando en modo inverso en función de la velocidad específica.

La energía generada en la Tabla 3 es de 90,626.35 kW/año lo cual representa una buena generación de energía, cabe mencionar que la energía presentada representa la potencia hidráulica y no se considera la eficiencia eléctrica en el transformador. La propuesta presentada en el caso de estudio y la PAT seleccionada muestra un avance para la introducción de estas nuevas tecnologías en los sistemas de abastecimiento de agua, las cuales ayudarán a tener alternativas de eficiencia energética y aprovechar la energía disponible en sus sistemas.

### **AGRADECIMIENTOS**

A SIMAPAG por haber proporcionado la información para la elaboración de este artículo.

A la UPV por haberme aceptado en la estancia académica del autor principal.

### **LITERATURA CITADA**

- Alatorre-Frenk, C., Thomas TH. The pumps as turbine approach to small hydropower. *World Congr Renew Energy*. 1990;5–29.
- Fecarotta O, Carravetta A, Ramos HM, Fecarotta O, Carravetta A, Ramos HM. An improved affinity model to enhance variable operating strategy for pumps used as turbines. 2016;1686(January 2017).
- García JP, Antonio CM, Santos NS. Use of centrifugal pumps operating as a turbines for energy recovery in water distribution networks. Two case study. *Energy environment engineering Manag* [Internet]. 2010;107:87–92. Disponible en: <https://www.scientific.net/amr.107.87>
- Motwani KH, Jain S V., PATel RN. Cost analysis of pump as turbine for pico hydropower plants - A case Study. *Procedia Eng* [Internet]. 2013;51(NUiCONE 2012):721–6. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2013.01.103>
- Ogayar B, Vidal PG. Cost determination of the electro-mechanical equipment of a small hydro-power plant. 2009. 6-13 p.
- Orchard B, Klos S. Pump as turbine for water industry. *World pumps*. 2009;
- Orlando AA. *Bombas utilizadas como turbinas*. Neuquen, Argentina; 2002.
- Ortiz Flórez R. *Máquinas Hidráulicas Reversibles Aplicadas a Micro Centrales Hidroeléctricas*. IEE Lat Am. 2008;
- Páscoa JC, Silva FJ, Pinheiro JS, Martins DJ. A new approach for predicting PAT-pumps operating point from direct pumping mode characteristics. *J Sci Ind Res (India)*. 2012;71(2):144–8.
- Pérez-Sánchez M. *Methodology for energy efficiency analysis in pressurized irrigation networks*. Universitat Politècnica de València; 2017.
- Raman N, Hussein I, Palanisamy K, Foo B. An experimental investigation of pump as turbine for micro hydro application. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*. 2013;16(1):1–6.
- Romero-Marrero L, Pérez-Sánchez M, López-jiménez PA. Estimación de las curvas características de operación de sistemas de impulsión operando como turbinas a partir de su curva motriz trabajando como bomba. *Ing del Agua*. 2018;15–26.

SIMAPAG. Technical Specification Of Micro Hydro Power Generating Equipment For Mexico  
Micro Hydro Project. Guanajuato; 2017.

Stepanoff AJ. Centrifugal and axial flow pumps. 1957;

Williams AA. Turbine performance of centrifugal pumps: a comparison of prediction methods,.  
Power and Energy. 1994;59–66.

Yang SS, Derakhshan S, Kong FY. Theoretical, numerical and experimental prediction of pump  
as turbine performance. Renew Energy [Internet]. 2012;48:507–13. Disponible en:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2012.06.002>

## CARACTERIZACIÓN DE LA TASA DE REPRODUCCIÓN DE *Melanaphis sacchari* EN FUNCIÓN DE LA TEMPERATURA

Ricardo Yáñez-López<sup>2</sup>; Juan Ángel Quijano-Carranza<sup>2</sup>; Vanessa Tierrablanca-Almanza<sup>1</sup>; Antonio Vázquez-Ortega<sup>1\*</sup> y Carlos Cuellar-Zambrano<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas km 8;

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5. \*Autor por correspondencia: antoniovasort@hotmail.com.

### RESUMEN

El pulgón amarillo es un insecto que se encuentra principalmente en el envés de las hojas del sorgo. Este áfido se ha convertido en una de las plagas más importantes para el sorgo, debido a su capacidad de dispersión y su alta tasa de reproducción. El pulgón se alimenta de la savia de las plantas de sorgo y causa daño indirecto por ser un vector de enfermedades virales. La pérdida de savia por la alimentación del pulgón en las hojas reduce la absorción de nutrientes, causando pérdidas de rendimiento. La presente investigación se realizó en instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Bajío. El objetivo del trabajo fue la caracterización de la tasa de reproducción de *Melanaphis sacchari* a temperaturas de 15, 20, 25 y 30 °C, con humedad relativa de 65% y un fotoperiodo de 13.5 horas luz. Para el estudio se utilizaron cámaras bioclimáticas con control de temperatura y humedad. La prueba se realizó con una colonia de pulgón amarillo, empleando plantas en etapa vegetativa y reproductiva. Una vez que los adultos emergieron se contabilizó la aparición de las nuevas ninfas. El análisis de los resultados determinó que la temperatura tiene un efecto significativo en el tiempo de reproducción del pulgón amarillo, llegando a variar de 6 a 8 días a 30°C y hasta 20 días a 15°C. Además, se encontró que la temperatura óptima para su desarrollo es de 20°C obteniendo un total de 62 ninfas totales por adulto.

**Palabras clave:** *Pulgón Amarillo; Longiunguis sacchari; Temperatura base.*

### ABSTRACT

The yellow aphid is an insect found mainly on the underside of sorghum leaves. This aphid has become one of the most important pests for sorghum, due to its dispersal capacity and its high reproduction rate. The aphid feeds on the sap of sorghum plants and like vector of viral diseases. The loss of sap on the leaves by the aphid reduces the absorption of nutrients, causing yield losses. The present investigation was carried out in the Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Bajío. The objective of the work was the

characterization of the reproduction rate of *Melanaphis sacchari* at temperatures of 15, 20, 25 and 30 ° C, with relative humidity of 65% and a photoperiod of 13.5 light hours. For the study, bioclimatic cameras with temperature and humidity control were used. The test was performed with a colony of yellow aphid and using plants in vegetative and reproductive stage. The first nymphs was counted with the appearance of new nymphs, for each temperature treatment. The analysis of the results determined that the temperature has a significant effect on the reproduction time of the yellow aphid, ranging from 6 to 8 days at 30 ° C up to 20 days at 15°C, it was found that the optimum temperature for its development is 20 ° C obtaining a total of 62 nymphs per adult.

**Key words:** *Sorghum Yellow aphid, Longiunguis sacchari, Base temperature.*

## INTRODUCCIÓN

El sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) es una gramínea de origen tropical que ha sido adaptada, a través del mejoramiento genético, a una gran diversidad de ambientes, siendo considerado uno de los cultivos de mayor importancia ya que se utiliza para el consumo humano y la alimentación del ganado en muchas partes del mundo (FAO 1997). Su amplia distribución se debe a que el sorgo es un pasto de estación cálida, por lo que tiene la capacidad de tolerar el estrés hídrico en cualquier etapa de crecimiento (Ramatoulaye *et al.*, 2016).

A nivel mundial se cultivan 45.5 millones de hectáreas de sorgo. De acuerdo a FAO (2017) México se encuentra en el lugar número nueve de los países con mayor superficie sembrada de sorgo. En cuanto a volumen de producción, México ocupa el lugar número cuatro solo por debajo de Sudan, Nigeria y Estados Unidos. De acuerdo al Servicio de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP) en 2017 la producción de sorgo fue de 5 millones de toneladas lo que equivale a un valor de la producción de 15.5 millones de pesos. Los estados que concentraron el 90% de la producción fueron: Tamaulipas, Guanajuato, Sinaloa, Michoacán, Nayarit, San Luis Potosí, Morelos y Jalisco. El PAS puede atacar al cultivo tan pronto como emerge la plántula, pero el daño económico ocurre durante las últimas etapas de crecimiento. La invasión inicia en el envés de hojas inferiores y puede continuar hasta colonizar plantas completas. La dispersión de adultos alados ocasiona que las plantas de sorgo puedan ser invadidas en etapas tempranas. La infestación severa en la etapa de embuche produce la torsión de las hojas superiores, lo que impide la aparición de panículas (Bowling *et al.*, 2016). Además, la mielecilla excretado por ninfas y adultos favorece el crecimiento de Fumagina (*Capnodium* sp.) hongo que cubre las hojas e inhibe la actividad fotosintética. Las ninfas y los adultos chupan la savia de la superficie inferior de las hojas, lo que resulta en el secado de las hojas, el crecimiento de la planta atrofiada y la mortalidad de las plantas en infestaciones severas. Por lo general, la infestación se vuelve grave por la etapa de iniciación de la panícula (SENASICA, 2014).

Las observaciones en campo y laboratorio sobre el comportamiento del pulgón amarillo del sorgo de 2015, a 2017 indican que este insecto presenta fluctuaciones poblacionales, las cuales es evidente que están influenciadas por las condiciones meteorológicas, la presencia y la etapa de desarrollo de los hospedantes y la acción de la fauna benéfica (Quijano, 2018).

Aunado a esto, al observar la interacción del insecto, se sugiere que el crecimiento exponencial de las poblaciones del Pulgón amarillo ocurre a partir de que la superficie dominante de sorgo de riego alcanza el inicio del período reproductivo, otorgando al insecto la cantidad y calidad de alimento que favorecen su rápida reproducción y dispersión.

El acelerado proceso de reproducción del pulgón amarillo, dificulta su control en campo, bajo esta situación es necesaria su caracterización de la tasa de reproducción para poder anticiparse a la aparición de brotes o la escalada en la población de la plaga.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se llevó a cabo en instalaciones del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Bajío, ubicado en el Km. 6.5 de la carretera Celaya-San Miguel Allende, en Celaya, Guanajuato (INIFAP, 2012). El trabajo se realizó bajo condiciones de laboratorio en cámaras con control de temperatura y humedad.

**Colonia de pulgón:** Para el desarrollo de este proyecto se utilizó una colonia de pulgón amarillo colectada en el Campo Experimental, la cual se alimentó con plantas de sorgo. Las plantas con ninfas se mantuvieron en jaulas de madera forradas con organza dentro de un invernadero, diariamente se revisaban las colonias para eliminar parasitoides o depredadores que pudieran menguar la colonia de áfidos.

**Mantenimiento de hospedero:** La variedad de sorgo que se utilizó para esta evaluación fue sorgo dulce RB cañero de INIFAP, para garantizar la producción continua de plantas de sorgo, se estableció un vivero con plantas en etapa vegetativa y reproductiva.

Para este estudio se utilizaron dos tipos de cámara bioclimática, la primera de marca CARON modelo 3010 que cuenta con sensores de temperatura y humedad y mantiene una desviación máxima de  $\pm 0.5\%$  para los valores de temperatura y humedad relativa; además se utilizaron dos cámaras bioclimáticas marca Lumistel modelo ICP-19 con sensores de temperatura, humedad relativa y fotoperiodo, con una variación máxima de  $\pm 0.5\%$  para los registros de temperatura y humedad relativa. La prueba se realizó bajo un diseño completamente al azar en plantas de sorgo RB Cañero en etapa vegetativa y reproductiva, a temperatura constante de 15, 20, 25, y 30 °C, con humedad relativa de 65% y el fotoperiodo en 13.5 horas luz.

Para los tratamientos arriba mencionados, se dejó un adulto de PAS por cada planta y fueron trasladadas a las cámaras de crecimiento. Una vez que los adultos dieron origen a las primeras

ninfas se registró diariamente los datos de prolificidad (ninfas puestas/día) durante el periodo de vida del insecto, posteriormente estos eran retirados dejando solamente uno en la planta para al día siguiente volver a contabilizar el número de individuos obtenidos

Las variables estimadas en la reproducción fueron: el número de ninfas colocadas por hembra / día para el cálculo de la fecundidad neta y la determinación de la fecundidad bruta, siendo esta la capacidad de reproducción de una hembra durante toda su vida. Los datos obtenidos se utilizaron para la confección de una tabla de fertilidad, que describe la capacidad de las hembras de dejar descendencia. Se estimaron los parámetros demográficos y se registró el momento de muerte de los adultos para calcular la longevidad media por sexo. La tasa de incremento finito indica el número de individuos que se agregan a la población por individuo y por unidad de tiempo. El valor reproductivo por edad que se define como la contribución de un individuo de edad  $x$  a la población de la siguiente generación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos indican que el periodo fecundo de PAS varia con la temperatura, ya que duró de 7 a 17 días a 30 y 15 °C respectivamente, obteniendo el máximo de posturas alrededor del día 8. Este valor luego decrece hasta hacerse 0 el día 21 a 15 °C y 8 días a 30 °C (Cuadro 2, Figura 21 y 22). La fecundidad bruta de PAS para las condiciones del ensayo fue de 45 a 7 ninfas a las temperaturas de 15 y 30 °C respectivamente (ninfas/ hembra a lo largo de su vida). De acuerdo a los resultados encontrados con las pruebas realizadas, la reproducción de *M. sacchari* nos indica que a temperaturas más bajas el periodo de oviposición es más largo que a temperaturas más altas, el mayor número de individuos puestos se encontró a la temperatura de 20 °C (Cuadro 2; Figura 1 y 2). El período de reproducción a 20 °C se extendió por alrededor de 19 días con un promedio de 38.75 ninfas por adulto.

En el Cuadro 2 podemos observar los promedios de la repeticiones del ensayo establecido, número de ninfas puestas a los diferentes niveles de temperatura en dos etapas de sorgo, nótese que la mayor producción de ninfas se obtuvo a 25°C, lo que coincide con lo obtenido por Tillman 2016, De la misma manera los resultados indican que la longevidad de los adultos varia con la temperatura encontrando que el mayor periodo de vida se alcanza a 15 °C, algo similar sucede con el periodo de puestas de ninfas el cual es mayor a la temperatura de 15 °C.

Cuadro 2. Longevidad, periodo de puestas, y número de ninfas a temperatura constante

Temp	Ninfas		Longevidad		Período de puesta	
	Vegetativo	Reproductivo	Vegetativo	Reproductivo	Vegetativo	Reproductivo
15	38.75	38	18.75	18.2	15.75	15
20	58.25	62	16.75	16.25	15	15
25	31.6	34.2	12.6	13.2	11	11.8
30	9.75	11	7.5	8.6	5	5.8

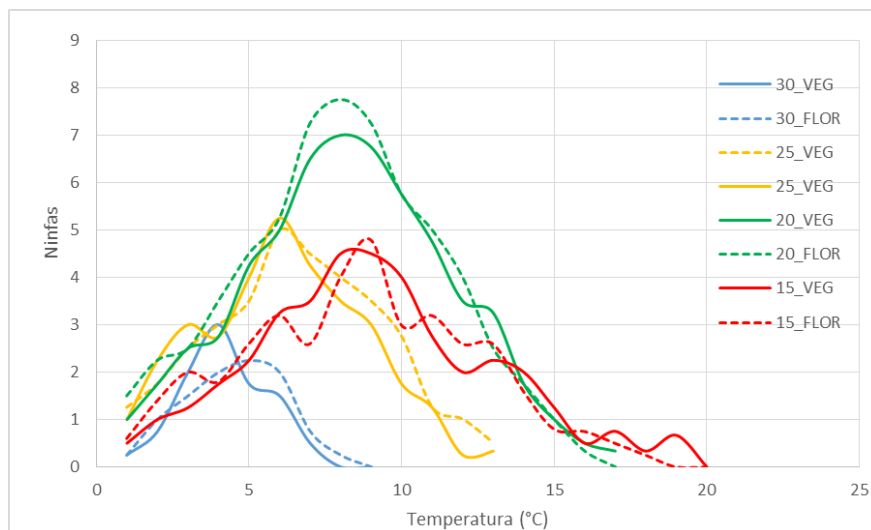


Figura 9. Fecundidad de PAS en condiciones de laboratorio a temperaturas de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 °C, con 13.5 horas luz y humedad relativa del 65%. En etapa vegetativa y reproductiva. Los resultados son el promedio de cuatro repeticiones.

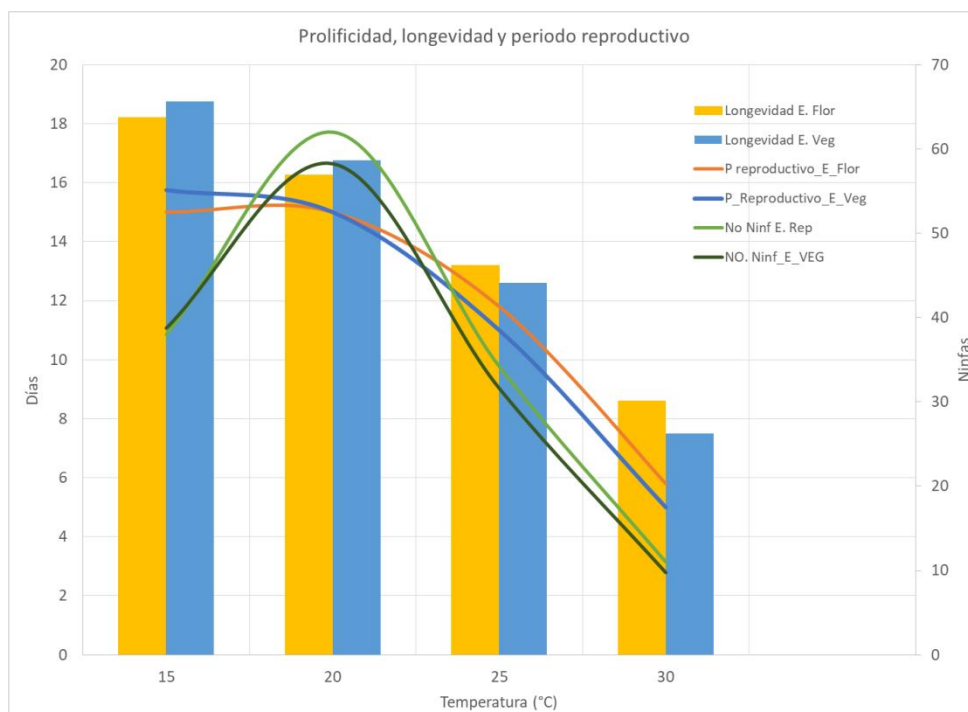


Figura 10. Longevidad de PAS, periodo reproductivo y numero de ninfas en condiciones de laboratorio a temperaturas de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 °C, con luminosidad 13.5 horas y humedad relativa del 65%; Con hospedero en etapa vegetativa y reproductiva. Los resultados son el promedio de cuatro repeticiones.

## CONCLUSIONES

La temperatura tiene un efecto significativo en la duración del período reproductivo del PAS, el cual puede variar desde 6 a 8 días a 30°C hasta 20 días a 15°C.

El número máximo de ninfas por adulto por día y las ninfas totales por adulto también se ven afectados por la temperatura, encontrándose un óptimo a los 20°C, nivel en el que las ninfas por adulto por día alcanzan valores de hasta 11 y las ninfas totales por adulto llegaron a 62.

No fue posible obtener evidencia experimental para afirmar que la etapa del cultivo de sorgo afecta la prolificidad del pulgón amarillo del sorgo.

La resultados de la caracterización de la reproducción *Melanaphis sacchari* proveyó información básica para la comprensión de su ciclo de vida, capacidad de reproducción y periodo reproductivo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- CESAVEQ (Comité Estatal de Sanidad Vegetal Querétaro) 2015. Campañas fitosanitarias. Pulgón amarillo (*Melanaphis Sacchari*). Autopista México- Querétaro Km. 186.8, Calamanda de Juárez, El Marqués, Qro.
- Denmark H.A. (1988). Sugarcane aphids in Florida (Homoptera: Aphidae). Entomology circular No. 302. Fla. Dept. Agric. & Consumer Serv. Division of Plant Industry.
- Etheridge Lipsey B.; (2017). Management strategies for sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner), in grain sorghum. Faculty of Mississippi State University. Mississippi State, Mississippi.
- FIRA (Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura) (2016) Panorama Agroalimentario Sorgo 2016. Dirección de Investigación y Evaluación Sectorial.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). (2015). Boletín electrónico. El pulgón amarillo, una nueva plaga del sorgo en México. Campo experimental Rio Bravo.
- Peña-Martinez R.; Muñoz-Viveros A.L.; Bújanos-Muñiz R.; Luévano-Borrel J.; Tamayo-Mejía F. & Cortez-Mondaca E. (2016). Formas sexuales del complejo pulgón amarillo del Sorgo, *Melanaphis sacchari/sorghu* en México. Society of Southwestern Entomologists. Instituto Politécnico Nacional. Prolongación de Carpio y Plan de Ayala, Col. Sto. Tomás México, D.F. C.P. 11340.
- SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria) (2014). Pulgón amarillo *Melanaphis sacchari* (Zehntner). (1a .Ed). Ficha técnica No. 43. Col. Del Carmen, Coyoacán, México, D.F.

## EVALUACIÓN DE ALGAS MARINAS Y ÁCIDO SALICÍLICO EN PARÁMETROS AGRONÓMICOS Y DE PRODUCCIÓN EN EL CULTIVO DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.)

Julio Cesar León-Vargas<sup>1§</sup>; Bertha María Sánchez-García<sup>2</sup>; Luis Patricio Guevara-Acevedo<sup>1</sup>;  
Ricardo Yáñez-López<sup>1</sup>; Francisco Cervantes-Ortíz<sup>1</sup>; Daniel Rodríguez Mercado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto. <sup>2</sup>Estudiante de Doctorado en Ciencias en Producción Agroalimentaria. Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto.

§Autor para correspondencia: [leonvargasjulio@gmail.com](mailto:leonvargasjulio@gmail.com)

### RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto de aplicación foliar de biofertilizantes formulados a base de algas marinas y la combinación con ácido salicílico en el cultivo de cebolla (*Allium cepa*), para ello se trasplantó cebollín variedad Carta Blanca en un diseño experimental de bloques al azar con 3 bloques, 7 tratamientos y un testigo, se utilizaron bloques con 3 surcos de 10 m de largo y 80 cm de ancho, los tratamientos aplicados fueron algas marinas a dosis de 1, 2 y 3 mL L<sup>-1</sup>, ácido salicílico a dosis de 10 y 25 mL L<sup>-1</sup>, Ácido Salicílico + Algas a dosis de 10 + 25, 20+25, 25+30 mL L<sup>-1</sup> respectivamente y un testigo absoluto al que solamente se le aplicó agua más adherente al 1%, a todos los tratamientos se les adiciono adherente a la misma dosis. Las aplicaciones se realizaron dos veces durante el ciclo, a los 19 y 54 días después del trasplante (ddt). Las mediciones de los parámetros evaluados se realizaron dos veces por semana, iniciando a los 27 ddt, para ellos se seleccionaron 10 plantas por unidad experimental. Las variables evaluadas fueron número de hojas por planta, longitud de hoja, unidades SPAD de clorofila. Los tratamientos que mayor efecto tuvieron en el cultivo de la cebolla fueron la combinación de ácido salicílico y algas marinas a dosis de 10 µM + 25 mL L<sup>-1</sup> destacando en las variables como número de hojas, unidades SPAD, peso y diámetro del bulbo y el tratamiento algas marinas a dosis de 3.0 mL L<sup>-1</sup> presentando valores apegados al tratamiento con ácido salicílico y algas marinas a dosis de 10 µM + 25 mL L<sup>-1</sup> pero destacando en la variable longitud de hojas.

**Palabras claves:** Biofertilizantes, fertilización foliar, *Allium cepa*, activadores fisiológicos

### ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the effect of foliar application of biofertilizers formulated based on seaweed and the combination with salicylic acid in the onion crop (*Allium cepa*), for this, the White Letter variety scallion was transplanted in an experimental block design Randomized with 3 blocks, 7 treatments and a control, blocks were used with 3 furrows 10 m long and 80 cm wide, the treatments applied were seaweed at doses of 1, 2 and 3 mL L<sup>-1</sup>, salicylic acid

at doses of 10 and 25 mL L<sup>-1</sup>, Salicylic Acid + Algae at doses of 10 + 25, 20 + 25, 25 + 30 mL L<sup>-1</sup> respectively and an absolute control to which only more adherent water was applied to 1 %, all treatments were added adherent to the same dose. Applications were made twice during the cycle, at 19 and 54 days after transplantation (ddt). The measurements of the evaluated parameters were made twice a week, starting at 27 ddt, for them 10 plants were selected per experimental unit. The variables evaluated were number of leaves per plant, leaf length, SPAD units of chlorophyll. The treatments that had the greatest effect on onion cultivation were the combination of salicylic acid and seaweed at a dose of 10 µM + 25 mL L<sup>-1</sup>, highlighting the variables such as number of leaves, SPAD units, weight and diameter of the bulb and the treatment of seaweed at a dose of 3.0 mL L<sup>-1</sup> presenting values attached to the treatment with salicylic acid and seaweed at a dose of 10 µM + 25 mL L<sup>-1</sup> but standing out in the variable leaf length.

**Keywords:** *Biofertilizers, foliar fertilization, Allium cepa, physiological activators*

## INTRODUCCIÓN

Originaria de Asia Central, la cebolla (*Allium cepa* L.) es la hortaliza más importante de la familia Alliaceae en la alimentación de la humanidad desde hace miles de años (Moreira *et al.* 2016), en México se establecieron 44,398 ha para el año 2012, con una producción de 1,238,602 toneladas; para ese mismo ciclo se establecieron 4,142 hectáreas en el estado de Zacatecas con una producción de 162,204 toneladas, lo que significó un rendimiento promedio estatal de 39.1 toneladas por hectárea ( SENASICA y DGIAAP. 2011).

La cebolla *Allium* tiene una importancia económica importante a nivel mundial. Durante el periodo 2002-2004, la comercialización de este cultivo fue de \$ 2,167 millones de dólares con una venta de 6.7 millones de toneladas a nivel mundial (Koike, 2014).

México tuvo una participación de 5.8% en el mercado internacional durante 2001 y 2005 (Ottone, 2008); en los últimos años se ha incrementado esta participación por los rendimientos altos alcanzados usando sistemas de riego por goteo (Castellanos *et. al.*, 2004).

La aplicación de Ácido Salicílico (AS) en plantas ha sido considerado como un fitoregulador que pertenece a un grupo muy diverso de sustancias conocidas como compuestos fenólicos están presentes en las plantas y forman parte del grupo de los salicatos, cuya característica química los relaciona por presentar el radical 2-hidroxibenzoico como el ácido acetilsalicílico y el metilo de AS, el AS tiene un papel importante en dos fenómenos fisiológicos en la resistencia de plantas y producción de calor en la inflorescencia ( Klessig y Malaym, 1994).

El AS ha demostrado tener un efecto positivo en el rendimiento de los cultivos, acelera el alargamiento y división celular, así como incrementa la producción de biomasa y favorece el desarrollo de la planta en estrés hídrico (Yokota y Takahashi, 1986; López *et al.*, 1998;).

Los biofertilizantes a base de extractos de algas marinas, son materiales bioactivos naturales solubles en agua, son fertilizantes orgánicos naturales que promueven la germinación de la semilla y que incrementa el desarrollo y rendimiento de los cultivos (Velásquez y Giraldo, 2005). Los extractos de algas marinas se utilizan como suplementos nutricionales, bioestimulantes o biofertilizantes en la agricultura (Hernández y Herrera, 2014). El uso de extractos de algas marinas como biofertilizante ha permitido la sustitución parcial de fertilizantes minerales convencionales (Dhargalkar y Pereira, 2005). Por tal motivo el objetivo de la investigación fue, evaluar el efecto de algas marinas y ácido salicílico en parámetros agronómicos y de producción en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L.).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto de investigación se desarrolló en el ciclo agrícola Otoño-Invierno 2018 en Dolores Hidalgo, Gto. Primeramente, se preparó el terreno dando un pase de rastra, se niveló con una niveladora Casse<sup>®</sup>, para dar la pendiente adecuada al suelo y posteriormente se realizó el surcado a una medida de 80 cm de ancho. El trasplante se realizó posterior a un riego pesado y doble hilera con 10 cm de separación entre plántulas, se utilizó la variedad Carta Blanca (Nunhems<sup>®</sup>). Para el abastecimiento hídrico del cultivo, se realizó por riego por gravedad, aplicándose 5 riegos a todo el ciclo del cultivo cada 20 días aproximadamente después del trasplante. Se realizaron 2 aplicaciones de los tratamientos en estudio durante todo el ciclo del cultivo, la primera aplicación se realizó a los 19 días después del trasplante (ddt) y la segunda a los 35 d posteriores a la primera aplicación. Las aplicaciones se realizaron en un diseño de bloques al azar con 3 bloques y 8 tratamientos.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en la evaluación de los parámetros agronómicos y de rendimiento del cultivo de cebolla (*Allium cepa*)

No Trat <sup>1</sup>	Tratamiento	Abreviatura	Dosis L <sup>-1</sup> Agua
1	Algas Marinas	A1	10.0 mL L <sup>-1</sup>
2	Algas Marinas	A2	20.0 mL L <sup>-1</sup>
3	Algas Marinas	A3	30.0 mL L <sup>-1</sup>
4	Ácido Salicílico	AS	10 <sup>-4</sup> μM
5	Ácido Salicílico + Algas	A1+AS	10 <sup>-4</sup> μM + 25 mL L <sup>-1</sup>
6	Ácido Salicílico + Algas	A2+AS	10 <sup>-2</sup> μM + 25 mL L <sup>-1</sup>
7	Ácido Salicílico + Algas	A3+AS	10 μM + 25 mL L <sup>-1</sup>
8	Testigo	Test	-

<sup>1</sup>Tratamiento

Cada bloque estuvo constituido de tres surcos de 115 m de largo y cada unidad experimental de 10 m de largo y 5 m de separación entre cada unidad experimental. La parcela útil estuvo compuesta del surco central. Los tratamientos se aplicaron de manera foliar con una aspersora manual (Swissmex<sup>®</sup>) y boquilla de cono hueco (Cuadro 1).

El control de malezas se realizó manualmente utilizando hoz. A los 25 días después del trasplante y el segundo a los 55 días. Para el control de trips (*Trips tabaci*) se aplicó extracto de canela a dosis de 5 ml L<sup>-1</sup> de H<sub>2</sub>O y extracto de nemm (Trilogy<sup>®</sup>) a dosis de 5 mL ha<sup>-1</sup>. Durante el ciclo de cultivo se presentó *Botrytis squamosa* y se aplicó *Bacillus subtilis* 1 + Gsul (Azufre) 2 L ha<sup>-1</sup>, Mentrúz (Sulfato de cobre pentahidratado) 2 L ha<sup>-1</sup> + extracto de *Larrea tridentata*.

Se realizaron las mediciones de las variables agronómicas dos veces por semana, en 10 plantas etiquetadas al azar por cada unidad experimental iniciando el primer muestreo a los 8 días después de la primera aplicación de los tratamientos. La altura de planta se realizó con un flexómetro (Truper<sup>®</sup>), desde el cuello de la planta el ápice de la planta. El número de hojas de manera manual. Las unidades SPAD de clorofila se realizó con un lector de clorofila (Minolta<sup>®</sup>) utilizando una hoja por planta evaluada, las mediciones se realizaron a las 12:00 ± 1 h

Las variables evaluadas para rendimiento. Se realizó a 98 días después del trasplante. Para ello se cosecharon las plantas etiquetadas de cada unidad experimental y se pesó el bulbo utilizando una báscula digital IBN<sup>®</sup> y el diámetro ecuatorial del bulbo una cinta métrica.

Con los valores de las variables evaluadas se realizó un análisis de varianza. Cuando el ANOVA indico la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey (p≤0.05) para la separación de medias. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS system para Windows ver. 9.0 (2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se muestran el cuadrado medio de las de las variables número de hojas, longitud de hojas y unidades SPAD de clorofila por efecto de la fertilización foliar de algas, ácido salicílico y su combinación en plantas de cebolla (*Allium cepa* L.), en donde se muestra que los tratamientos y los muestreos observaron efecto altamente significativo (p≤0.01) en todas las variables evaluadas, estos valores no concuerdan por los reportados por Tipantiza (2017) quien no observó diferencias significativas en el número de hojas en cebolla con la aplicación foliar de fermentados de gallinaza en combinación con soluciones de maíz.

Los bloques observaron efecto altamente significativo (p≤0.01) en la variable longitud de hojas mientras que para número de hojas y unidades SPAD no mostraron efecto significativo. La interacción tratamiento por muestro (T x M), muestreo por bloque (M X B) y tratamiento por muestreo por bloque (T X M X B) mostraron efecto altamente significativo (p≤0.01) únicamente

en la variable unidades SPAD de clorofila. Mientras que la interacción tratamiento por bloque (T X B) observó efecto altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ) en todas las variables evaluadas.

Cuadro 2. Cuadrado Medio de las variables número de hojas, longitud de hojas y unidades SPAD de clorofila por efecto de la fertilización foliar de algas, ácido salicílico y su combinación en plantas de cebolla (*Allium cepa* L.)

F.V <sup>a</sup>	G L <sup>b</sup>	No. Hojas	Long Hojas (cm)	Unidades SPAD de clorofila
Tratamiento(T)	7	414.51**	1066.149**	87105.284**
Muestreo (M)	20	793.76**	20739.598**	32794.453**
Bloque (B)	2	4.75 <sup>ns</sup>	977.108**	474.999 <sup>ns</sup>
T X M	140	3.015 <sup>ns</sup>	40.943 <sup>ns</sup>	458.343**
T X B	14	20.566**	156.212**	550.128**
M X B	40	2.508 <sup>ns</sup>	30.222 <sup>ns</sup>	216.793**
T X M X B	280	2.067 <sup>ns</sup>	25.135 <sup>ns</sup>	28.657**
Error	4536	2.578	32.887	96.132
Total	5039	-	-	-

<sup>a</sup>Fuente de Variación, <sup>b</sup>Grados de Libertada

En el Cuadro 3 se muestra el efecto de la fertilización foliar con algas, ácido salicílico y su combinación en los parámetros agronómicos de número de hojas, longitud de hojas y unidades SPAD de clorofila de plantas de cebolla (*Allium cepa* L) en donde se observa que para el numero de hojas los tratamientos que observaron los mayores valores fueron la combinación de AS + algas a dosis de  $10 \mu\text{M} + 25 \text{ mL L}^{-1}$  y  $10^{-2} \mu\text{M} + 25 \text{ mL L}^{-1}$  y algas ( $30$  y  $20 \text{ mL L}^{-1}$ ) con 7.61, 7.57, 7.44 y 7.37 hojas respectivamente, estos valores son inferiores a los observados por Tipantiza (2017) quien reportó un valor de 9.14 hojas en el cultivo de cebolla con aplicaciones de una solución de maíz al 15%.

El tratamiento con la combinación de AS + algas a dosis de  $10^{-4} \mu\text{M} + 25 \text{ mL L}^{-1}$  con 6.34 hojas. Los tratamientos que observaron menor número de hojas en cebolla fueron con algas a dosis de  $10 \text{ mL L}^{-1}$  y el testigo con 5.94 y 5.86 hojas respectivamente.

El aumento observado en el número de hojas en promedio en plantas de cebolla con la aplicación de AS + algas a dosis de  $10 \mu\text{M} + 25 \text{ mL L}^{-1}$  con respecto al testigo fue del 28.11%, valor superior al reportado por Tipantiza (2017) quien observó un incremento en el número de hojas de plantas de cebolla del 13.54% en relación a la aplicación foliar de una solución de maíz al 15% con respecto al testigo. Al respecto (Yildirim y Dursun, 2009) reportaron que aplicaciones de 0.50 mM de AS favorece el incremento del área foliar en el cultivo de tomate

Cuadro 3. Efecto de la aplicación foliar de algas, ácido salicílico y su combinación en las variables número de hojas, longitud de hojas y unidades SPAD de clorofila en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L)

No Trat	Activador	Dosis L <sup>-1</sup>	No de Hojas	Longitud de Hojas	Unidades SPAD de Clorofila
1	Algas	1.0 mL	5.863 c	29.037 b	41.25 d
2	Algas	2.0 mL	7.379 a	29.238 ab	56.68 c
3	Algas	3.0 mL	7.442 a	30.175 a	63.19 b
4	AS	10 <sup>-4</sup> μM	5.912 c	27.298 c	38.04 e
5	AS + Algas	10 <sup>-4</sup> μM + 25 mL	6.347 b	30.051 a	40.66 d
6	AS + Algas	10 <sup>-2</sup> μM + 25 mL	7.576 a	29.237 ab	58.34 c
7	AS + Algas	10 μM + 25 mL	7.619 a	29.888 ab	65.21 a
8	Testigo	-	5.947 c	26.636 c	38.10 e

AS (Ácido Salicílico)

En la variable longitud de hojas el tratamiento se observó que la aplicación de algas a dosis de 30 mL L<sup>-1</sup> y la combinación de AS + algas (10<sup>-4</sup> μM + 25 mL L<sup>-1</sup>) presentaron los mayores valores con 30.17 y 30.05 cm respectivamente. Mientras que el testigo observo el menor valor con 26.63 cm. Lo que representa un aumento en promedio del 13.05 % en la longitud de hojas de cebolla con la aplicación de algas (30 mL L<sup>-1</sup>) o la combinación de AS + algas (10<sup>-4</sup> μM + 25 mL L<sup>-1</sup>) con respecto a plantas sin tratar.

El tratamiento 7 con aplicaciones de la combinación de AS y algas a dosis de 10 μM + 25 mL L<sup>-1</sup> presento el mayor valor de las unidades SPAD de clorofila con 65.21 y el testigo y el tratamiento con AS (10<sup>-4</sup> μM) observaron el menor valor con 38.10 y 38.04 unidades respectivamente. Lo que indica que los tratamientos con algas y la combinación de AS + algas superan al testigo y a la aplicación de AS en más del 6% en las unidades SPAD de clorofila, estos valores concuerdan con los reportados por Selvam y Sivakumar (2014) quienes mencionan que la aplicación foliar de extractos líquidos de algas marinas a una concentración del 2 % aumenta el contenido de clorofila en las hojas vid los resultados similares reportan Sabir *et al.* (2014) Quienes mencionan que la aplicación de algas marinas incremento el contenido de clorofila en las hojas de vid resultando en un mayor rendimiento y calidad de frutos del cultivo, también coincidiendo con Khodary (2004) quien reportó que aplicaciones de 10 mM de AS a *Zea mays* acelera la actividad de la enzima Rubisco, aumentando la actividad fotosintética; incrementa el contenido clorofila.

En el Cuadro 4 se muestran el cuadrado medio de las de las variables número de peso y diámetro por efecto de la fertilización foliar de algas, ácido salicílico y su combinación en plantas de cebolla

(*Allium cepa* L.), en donde se muestra que los tratamientos observaron efecto altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ) en ambas variables. Esto concuerda con lo reportado por Tipantizan (2017) quien también observó efecto altamente significativo en el peso y diámetro del bulbo con la aplicación foliar de fermentado de gallinaza, mientras que Moreira *et al.* 2016 reporta efecto altamente significativo para diámetro y para la variable de peso reporta efecto no significativo con aplicaciones de biofertilizante (estiércol fermentado).

En ambas variables los bloques y la interacción tratamiento por muestro (T x M), no mostraron efecto significativo.

Cuadro 4. Cuadrado Medio de las variables peso y diámetro del bulbo por efecto de la fertilización foliar de algas, ácido salicílico y su combinación en plantas de cebolla (*Allium cepa* L.)

F.V <sup>a</sup>	GL <sup>b</sup>	Peso	Diámetro
Tratamiento (T)	7	557150.28**	944.68**
Bloque (B)	2	22081.62 <sup>ns</sup>	4.13 <sup>ns</sup>
T x B	14	26899.36 <sup>ns</sup>	42.68 <sup>ns</sup>
Error	96	25754.851	32.858
Total	119		

<sup>a</sup>Fuente de Variación, <sup>b</sup>Grados de Libertada

En el Cuadro 5 se muestra el efecto de la fertilización foliar con algas, ácido salicílico y su combinación en las variables peso y diámetro del bulbo en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) en donde se observa que los tratamientos que observaron los mayores valores en la variable peso del bulbo fueron la combinación de AS + algas a dosis de 10  $\mu\text{M}$  + 25 mL L<sup>-1</sup> y algas (30 mL L<sup>-1</sup>) con valores de 920.36 y 805.42 g, teniendo un aumento de hasta el 14 % con la aplicación de AS + algas a dosis de 10  $\mu\text{M}$  + 25 mL L<sup>-1</sup> mientras que el testigo observó el menor valor con 395.03 g mostrando así que se presentó un aumento de más de 80% con el tratamiento AS + algas a dosis de 10  $\mu\text{M}$  + 25 mL L<sup>-1</sup> con respecto al testigo. Todos los valores son mayores a los reportados por Moreira *et al.* (2016) quienes reporta un valor de 152.87 g con la aplicación de biofertilizante (Estiércol fermentado).

Cuadro 5. Efecto de la aplicación foliar de algas, ácido salicílico y su combinación en las variables peso y diámetro del bulbo en el cultivo de cebolla (*Allium cepa* L)

No. Trat	Activador	Dosis	Peso	Diámetro
1	Algas	10 mL L <sup>-1</sup>	551.13 C	25.496 c

2	Algas	20 mL L <sup>-1</sup>	743.47	B	33.1	b
3	Algas	30 mL L <sup>-1</sup>	805.42	Ab	37.92	ab
4	AS	10 <sup>-4</sup> μM	438.2	C	20.857	c
5	AS + Algas	10 <sup>-4</sup> μM + 25 mL L <sup>-1</sup>	516.47	C	24.127	c
6	AS+ Algas	10 <sup>-2</sup> μM + 25 mL L <sup>-1</sup>	786	Ab	35.507	
7	AS + Algas	10 μM + 25 mL L <sup>-1</sup>	920.36	A	39.907	ab

En la variable diámetro ecuatorial del bulbo se observó que en los tratamientos de la combinación de AS + algas (10 μM + 25 mL L<sup>-1</sup>) y algas a dosis de 30 mL L<sup>-1</sup> presentaron los mayores valores con 39.907 y 37.92 cm respectivamente, teniendo un aumento de 6% en el tratamiento AS + algas (10 μM + 25 mL L<sup>-1</sup>) con respecto al de algas 30 mL L<sup>-1</sup>, así como un aumento de más 70% respecto al testigo. Estos valores fueron mayores a los reportados por Tipantiza (2017) quien reporto un valor de 12.04 cm con la aplicación de biofertilizantes.

## CONCLUSIÓN

Los tratamientos que mayor efecto en las variables agronómicas y de producción fue la combinación de ácido salicílico y algas marinas a dosis de 10 μM + 25 mL L<sup>-1</sup>.

## REFERENCIAS

- Castellanos, J.Z., Vargas, T.P., Ojo de agua, J.L., Hoyos, G., Alcantar, G.G., Mendez, F.S., Alvarez, S.E. & Gardea, A.A. (2004). Garlic productivity and profitability as affected by seed clove size, planting density and planting method. Hort Science 39: 1272-1277
- Dhargalkar, V.K., and N. Pereira. 2005. Seaweed: promising plant of the millenium. Science cult.
- Hernandez-Herrera R. M. F Santacruz-Ruvalcaba M. A. 2014 Effect of liquid seaweed extracts on growth of tomato seedlings (*Solanum lycopersicum*) Journal of Applied Phycology.
- Khodary, S. E. A. 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. Int. J. Agri. Biol. 6: 5-8.
- Klessig F.D y J Malamy. 1994 The salicylic acid signal in plants. Plant molecular biology. 12(2):425-431
- Koike, S.T., P. Gladders and A.O. Paulus. 2007. Vegetable Diseases: A Color Handbook. Ed. Academic Press. San Diego, California, USA. 448 p.
- Lopez, H Dat, J., Foyer, C., and Scott I. 1998 Induction of thermotolerance in potato microplants by acetylsalicylic acid and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>
- Moreira, B. Í. P., Vera D.H. É., Vera B. C. G., Macías C. R. R. Anchundia M., X. E.; Avellán C. M.C. 2016. Fertilización foliar con biol en cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) valorando rendimiento foliar. Ciencias Agronómicas. Revista XXVIII. 16:17 – 25.

- Ottone, M. (2008). Situación de mercado de cebollas frescas.
- Selvam, G., & Sivakumar, K. (2014). Influence of seaweed extract as an organic fertilizer on the growth and yield of *Arachis hypogea* L. and their elemental composition using SEM–Energy Dispersive Spectroscopic analysis. *Asian Pacific Journal of Reproduction* 3(1): 18-22 pp.
- SENASICA y DGIAAP. 2011. Lista de plaguicidas de uso agrícola. Última actualización enero 2018. <http://www.senasica.gob.mx/?id=3376>.
- Tipantiza, T. S: S. 2017. Influencia de bioestimulantes naturales, en el rendimiento del cultivo de cebolla de bulbo (*Allium cepa* L.) Var Burguesa. Tesis Licenciatura: Ingeniero Agrónomo. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Ceballos, Ecuador. 76 p.
- Velásquez, J. A y Giraldo Paula (2005). Informe de avance, posibilidades competitivas de productos prioritarios de Antioquia frente a los acuerdos de integración y nuevos acuerdos comerciales. 20 p
- Yildirim, E.; Dursun, A. 2009. Effect of foliar salicylic acid applications on plant growth and yield of tomato under greenhouse conditions. pp. 395–400. TÜZEL, Y. *et al.* Proc. IS on Prot. Cult. Mild Winter Climate. (eds.) Acta Horticulturae 807 p.
- Yokata, T y N. Takahashi 1986. Chemistry, physiology and agricultural application of brassionolidae and related steroids.

## **CONTROL DE *Plutella xylostela* DE SAN MIGUEL DE ALLENDE CON EXTRACTOS ETANOLICOS DE *Ricinus communis* Y *Sinapis alba***

Victor Saucillo-Ramirez<sup>1</sup>; Julio Cesar León-Vargas<sup>2</sup>; Alier Miguel Muñoz-Arias<sup>2</sup>; Bertha María Sánchez-García<sup>3</sup>; Alejandro Guzmán-Zazueta<sup>2</sup>; Luis Patricio Guevara Acevedo<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>3</sup>Estudiante de Doctorado en Ciencias en Producción Agroalimentaria. Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [lpguevara@itroque.edu.mx](mailto:lpguevara@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

La palomilla dorso de diamante es una de las principales plagas que afectan a las crucíferas; debido a la importancia de estos cultivos y al daño generado, se ha convertido en un grave problema para los productores. Su control se basa principalmente mediante el método químico, en el cual se emplean insecticidas compatibles e incompatibles con el ambiente y la salud humana. Sin embargo, la alta presión de selección de insecticidas ha generado el desarrollo de resistencia a las diferentes materias activas utilizadas para su control. Por lo anterior, se realizaron bioensayos con extractos etanolicos de mostaza e higuerrilla para cuantificar la mortalidad de las larvas de *Plutella xylostela* de la población de San Miguel de Allende (SMA), Gto. La investigación se desarrolló en el laboratorio de Fitosanidad del Tecnológico Nacional de México Roque, para ello se realizaron colectas de larvas, pupas y adultos del insecto en la localidad de el Paredón municipio de SMA y se transportaron al laboratorio para su reproducción. A la par se colectaron hojas de plantas de *Ricinus comunis* y *Sinapis alba* en el ITR, se cortaron y se pesaron 25 g de cada una y se colocaron en equipo Soxhlet con etanol al 70% en proporción 1:5 de soluto: solvente a una temperatura de 90°C, durante 6 ciclos. Para la determinación de la mortalidad de *P. xylostela* por efecto del extracto etanolicos de *Ricinus comunis* y *Sinapis alba* se utilizó el bioensayo por inmersión, el cual consistió en recortar una hoja de brócoli y se sumergieron en las concentraciones de 1 a 12 para higuerrilla y 4 a 20 ppm de mostaza y un testigo absoluto, durante 10 s y se secaron a temperatura ambiente y se colocó en una caja petri que en la parte inferior contenía sanitas a punto de saturación, se colocó la hoja tratada de acuerdo a la concentración de cada extracto en estudio y se transfirieron

10 larvas de segundo estadio por cada hoja, para cada concentración se colocaron 2 repeticiones con 10 larvas L2 por repetición. Con los datos obtenidos de los bioensayos se realizó la corrección de mortalidad y se determinó la curva de respuesta concentración-mortalidad. El tratamiento con extracto de higuera tuvo una  $CL_{50}$  de 6.22142 ppm mientras que el extracto de mostaza obtuvo una  $CL_{50}$  de 5.218489 ppm. Mostrando que el extracto de higuera tiene una mayor eficacia que el extracto de mostaza por un 83.873%.

*Palabras clave: Plutella xylostela, mostaza, higuera.*

## **ABSTRACT**

The diamond back moth is one of the main pests that affect the cruciferous; Due to the importance of these crops and the damage generated, it has become a serious problem for producers. Its control is mainly based on the chemical method, in which insecticides compatible and incompatible with the environment and human health are used. However, the high pressure of insecticide selection has generated the development of resistance to the different active materials used for its control. Therefore, bioassays with mustard and fig ethanol extracts were performed to quantify the mortality of the larvae of *Plutella xylostela* of the population of San Miguel de Allende (SMA), Gto. The research was carried out in the Phytosanity laboratory of the National Technologist of Mexico Roque, for this purpose, larvae, pupae and adult insect collections were made in the town of the Wallón municipality of SMA and were transported to the laboratory for reproduction. At the same time, leaves of *Ricinus communis* and *Sinapis alba* plants were collected in the ITR, 25 g of each were cut and weighed and placed in Soxhlet equipment with 70% ethanol in a 1: 5 ratio of solute: solvent at one temperature of 90 ° C, for 6 cycles. To determine the mortality of *P. xylostela* due to the effect of the ethanol extract of *Ricinus communis* and *Sinapis alba*, the immersion bioassay was used, which consisted of trimming a leaf of broccoli and submerged in the concentrations of 1 to 12 for fig and 4 at 20 ppm of mustard and an absolute control, for 10 s and dried at room temperature and placed in a petri dish that contained sanits at the bottom of saturation, the treated leaf was placed according to the concentration of each extract in study and 10 second stage larvae were transferred per leaf, for each concentration 2 repetitions were placed with 10 L2 larvae per repetition. With the data obtained from the bioassays, the mortality correction was performed and the concentration-mortality response curve was determined. The treatment with fig extract had an

CL<sub>50</sub> of 6.22142 ppm while the mustard extract obtained an CL<sub>50</sub> of 5.218489 ppm. Showing that the fig extract has a greater efficacy than the mustard extract by 83,873%.

**Key words:** *Plutella xylostela*, mustard, fig.

## INTRODUCCIÓN

La palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostela*) es la principal plaga de importancia económica en las crucíferas ya que afecta la calidad del producto debido a la contaminación por huevos, larvas y pupas que ocasionan que sea rechazado para su exportación (INIFAP, 2013). También causa graves daños, desprestigiando el producto, al interferir en el crecimiento de las plantas e incluso causar la muerte y pérdida total del mismo (Da Silva, 2008) En todas las regiones productoras de crucíferas esta plaga se ha convertido en un gran problema y por lo tanto en un tema de investigación, (Thüler, 2006) ya que la sociedad demanda la evaluación de las prácticas agrícolas potencialmente peligrosas, como el uso indiscriminado de insecticidas (Roberts, 2004). Esto debido a que el control de *P. xylostella* se basa principalmente en el uso de insecticidas químicos, siendo las diamidas, avermectinas, piretrinas, y Bt los principales grupos de insecticidas utilizados para erradicar esta plaga (Xia *et al.*, 2014) Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas biótico y abiótico amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública, (Vega LO; 1997) además, el uso inadecuado y continuo de las mismas materias activas ha generado poblaciones de *P. xylostella* resistentes a los insecticidas (Attique *et al.*, 2006, Khaliq *et al.*, 2007).

La contaminación ambiental por plaguicidas está dada fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques contenedores, además de las malas prácticas y uso inadecuado de las dosis recomendadas en el producto, etc; frecuentemente son empleados ante el desconocimiento de los efectos adversos que provocan en la salud (RAPAL; 2007.). Los plaguicidas entran en contacto con el hombre a través de todas las vías de exposición posibles: respiratoria, digestiva y dérmica, los plaguicidas tienen efectos agudos y crónicos en la salud (INHEM; 2011). Los productos y sistemas naturales, utilizados antes de la llegada de los productos químicos, vuelven a ser demandados por la agricultura ecológica, que, aunque no son 100 % efectivas, algunas plantas resisten a las plagas a modo de repelentes naturales, a partir de extractos vegetales insecticidas ecológicos con fórmulas que controlen y eliminen de manera eficaz

determinadas plagas. son sustancias que se derivan de microorganismos, plantas o minerales, de allí, su raíz orgánica y ecológica. (Delgado *et al.*, 2007). Una alternativa para ello lo constituyen los bioplagicidas de origen natural, como la higuierilla que desde la antigüedad hasta hoy, debido a que las semillas son venenosas por la presencia de metabolitos secundarios como albúminas, ricina, y alcaloides, ricinina, que son utilizados como nematocida e insecticida para el control de plagas en los cultivos (Topping *et al.* 1982; Moshkin, 1986; Holfelder *et al.* 1998; Acacio-Bigi *et al.* 1998; Céspedes *et al.* 2001; Kouri *et al.* 2006; Corpoica, 2008). La ricina, es una fitotoxina que se encuentra principalmente en las semillas de higuierilla, y es la responsable de la toxicidad a animales como nematodos, insectos, entre otros (Moshkin, 1986). Muchos de estos extractos actúan de diferente manera, de tal forma que se tiene una gran diversidad de métodos de acción, el extracto de mostaza es completamente biodegradable, no cambia el olor y sabor de frutas y vegetales, o de cualquier cultivo donde se aplique. El olor a mostaza en el entorno desaparece en unos minutos después de la aplicación, tiene una acción repelente de plagas de insectos, son sistémicos, de amplio espectro, es absorbido por el sistema vascular de la planta. Actúa por ingestión, causando ciertos trastornos digestivos y el insecto deja de alimentarse. En algunos casos causa cierta irritación en la piel de las orugas (Soto *et al.*, 2011). Es por ello que el objetivo de la investigación fue determinar la mortalidad de *Plutella xylostella* de una población de San Miguel de Allende, Gto., por efecto de extractos etanolicos de higuierilla y mostaza bajo condiciones de laboratorio.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

**Ubicación del experimento y colecta e incremento de población.** La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Fitosanidad del Tecnológico Nacional de México-Roque (TecNM-Roque), Celaya, Guanajuato. Para ello se colectaron larvas, pupas y adultos de *P. xylostella* en 10 lotes de producción comercial de brócoli de los municipios de San Miguel de Allende, las muestras fueron colocadas en cajas de plástico y fueron transportadas al laboratorio de Fitosanidad del TecNM-Roque, los individuos colectados fueron transferidas a plantas de brócoli de 45 días de edad, las cuales se encontraban dentro de jaulas entomológicas con dimensiones: 0.60 x 0.40 x 0.40 m, con la finalidad de eliminar parasitoides y su reproducción hasta F3 para obtener individuos suficientes para su posterior estudio. La alimentación de las larvas se llevó a cabo mediante plantas

jóvenes de brócoli, mientras que para los adultos se les introdujo 60 ml de agua azucarada al 16% con la finalidad de asegurar el apareamiento y oviposición.

**Elaboración de extractos etanolicos.** Al mismo tiempo se colectaron hojas sanas de plantas Higuierilla (*Ricinus communis*), Mostaza (*Sinapis alba*). La colecta se realizó en el mes marzo y los materiales vegetativos son procedentes del municipio de Celaya, Gto. Dentro del laboratorio de Fitosanidad del Tecnológico Nacional de México Roque (TNMR), se colocaron en papel periódico y se dejaron secar a temperatura ambiente y protegidas de los rayos del sol, para la extracción de los metabolitos, se cortaron y pesaron 25 g de hojas secas y se colocaron un equipo soxhlet con alcohol al 70% a una temperatura de 90°C durante 6 ciclos (Carlos Núñez. 2008).

**Bioensayos.** Para la realización de los bioensayos se empleó el método de inmersión (IRAC, 2017), utilizando larvas de *P. xylostella* de tercer instar, se cortaron círculos de 6.0 cm de diámetro de hojas de brócoli y fueron sumergidos por 10 s en las concentraciones de 1 a 12 y 4 a 20 ppm para mostaza e higuierilla respectivamente, se adiciono adherente al 1% y un testigo absoluto con agua y adherente, los círculos fueron colocados sobre papel absorbente durante una hora para eliminar el exceso de humedad. Posteriormente los círculos tratados fueron colocados en cajas Petri con una almohadilla de papel absorbente saturado con agua y con ayuda de un pincel de pelo de camello 000 se transfirieron 10 larvas de *P. xylostella* sobre cada círculo de hoja de brócoli, se utilizaron 20 larvas por concentración. Las cajas Petri se colocaron en una cámara climática con condiciones de 27 °C, con una humedad relativa (HR) al 50% y fotoperiodo de 16:8 h luz/oscuridad.

**Conteos de mortalidad.** La toma de datos se realizó a las 72 h después del establecimiento del bioensayo. Como criterio de mortalidad, a los individuos se les realizó una estimulación con un pincel en la parte dorsal, donde todo aquel que no respondía a dicho estímulo se consideró como muerto.

**Análisis Estadístico.** Con los resultados obtenidos de los bioensayos se realizó una corrección de mortalidad con la fórmula propuesta Abbott (1925). Los resultados de la corrección de mortalidad se sometieron a un Análisis Probit (Finney, 1971) para obtener la curva de respuesta concentración-mortalidad, utilizando el programa SAS system for Windows ver 9.0 (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra la concentración letal media (CL<sub>50</sub>) de extracto etanolico de higuierilla y mostaza en mortalidad de la población de palomilla dorso de diamante de la comunidad del Paredón del municipio de San Miguel de Allende, Gto., en donde se observa que el extracto etanolico de higuierilla. La población de *Plutella xylostella* bajo el efecto del extracto etanolico de 6.221 ppm, mientras que el extracto de mostaza 5.218 ppm. Lo que indica que el extracto de higuierilla fue superior en un 83.878% al extracto de mostaza (5.218 ppm).

Cuadro 1. Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) de extracto etanolico de higuierilla y mostaza en mortalidad de la población de palomilla dorso de diamante en la comunidad del Paredón del municipio de San Miguel de Allende, Gto.

Extracto	CL <sub>50</sub> (ppm)	LFI-LFS	CL <sub>90</sub> (ppm)	Ecuación de Predicción
<i>Ricinus communis</i>	6.22142	0.79389-1.22760	16.88883	Y= -2.4660+2.5732x
<i>Sinapis Alba</i>	5.218489	0.71754-1.33994	21.87448	Y= -1.4023+1.6851x

LFI: Limite fiducial inferior LFS: Limite fiducial superior

En el caso de la higuierilla Nava *et al.* (2012) documentó una CL<sub>50</sub> de 1.008 junto a un CL<sub>90</sub> de 58.782 ppm, estos datos son superiores a los observados en esta investigación con valores de 6.221 y 16.888 ppm respectivamente. De igual manera los datos registrados en mostaza tenían un efecto tóxico sobre las larvas con un CL<sub>50</sub> de 6.452 y una CL<sub>90</sub> de 9.111, los plaguicidas sintéticos, solo y combinado con botánicos, no son selectivos en su modo de acción Morales, M. (2015). En comparación con el extracto usado en *Plutella xylostela* tuvo una CL<sub>50</sub> de 5.218 y una CL<sub>90</sub> de 21.874 dando como resultado una similitud en la CL<sub>50</sub>, pero una gran diferencia en CL<sub>90</sub>.

## CONCLUSIÓN

La CL<sub>50</sub> de los extractos etanolicos de higuierilla y mostaza en la mortalidad de las poblaciones de *Plutella xylostela* de la comunidad de San Miguel de Allende muestra valores similares de 6.221 ppm y 5.218 ppm respectivamente.

Se demostró que el extracto etanolico con mayor eficacia para el control de *Plutella xylostella* fue el de higuierilla (*Ricinus comunis*) con un porcentaje de mortalidad de mas del 83% en eficacia, siendo este superior al extracto de mostaza (*Sinapis alba*). Lo que indica que los extractos vegetales pueden ser una medida próxima para la reducción de químicos, ya que es un método de control más barato y sencillo de utilizar, además de que los extractos no son residuales y no generan resistencia en la plaga.

## LITERATURA CITADA

- Attique, M. N. R., Khaliq, A. and Sayyed, A.H. (2006). Could resistance to insecticides in *Plutella xylostella* (L.) (*Lepidoptera: Yponomeutidae*) be overcome by insecticide mixtures. *Journal Applied Entomology*, 130: 122-127
- Da Silva, Carvalho, J. 2008. *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (*Lepidoptera: Plutellidae*): Efeito Da Sinigrina Aplicada Em Folhas De Couve E Brócolis.
- Delgado, W., M.E. Pachón, A. Celis, C. Mendoza, J.O. Cardona, M. Bustamante, M. Daza, L.E. Cuca. 2007. Informe técnico de avance proyecto “Bioprospección participativa de comunidades vegetales asociados a la familia Piperaceae en la región del Sumapaz medio bajo occidental”. Colciencias-Universidad Nacional de Colombia-Universidad de Cundinamarca. 55 p.
- INIFAP, 2013. Producción de brócoli en el bajío. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias Centro De Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío Celaya, Gto., México.
- Moshkin, V. A. (1986). Economic importance and regions of cultivation of castor. In: Moshkin, V. A. (Ed.). *Castor*. Moscow. Kolos. pp. 1–5.
- Nava, et al 2012. Ensayos sobre el uso de higuierilla (*Ricinus communis* L.) Contra *Schyphorus* sp. En Maguey mezcalero (*Agave cupreata* L.) memorias XXXIII Congreso Nacional de Entomología. Acapulco. Guerrero. Mexico, 322-24p.
- Prieto Díaz V. Los plaguicidas. Su comportamiento en el ambiente. Material docente sobre contaminantes químicos ambientales. En: Diplomado de Toxicología ambiental, Microbiología y Química Sanitaria. La Habana: INHEM; 2011.
- Red de acción en plaguicidas y sus alternativas en América latina. Cuba reduce el uso de plaguicidas químicos en 50 % [Internet]. Santiago de Chile: RAPAL; 2007.
- Roberts, M. J. 2004. Risk, government programs, and the environment. Technical bulletin 1908. Economic Research Service, USDA. Washington D. C., USA. 52 p.
- Topping, M. D.; Henderson, R. T. S.; Luczynska, C. M. & Woodmass, A. (1982). Castor bean allergy among workers in the felt industry. *Allergy*, 37: 603-608.

- Thüler, R.T. (2006). *Plutella xylostella* (L.) (*Lepidoptera: Plutelidae*): estratégias para o manejo integrado. 83f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola), Universidade Estadual Paulista, Unesp, Jaboticabal.
- Vega LO. Uso de plaguicidas en Cuba, su repercusión en el ambiente y la salud. Rev Cubana Aliment Nutr [Internet] 1997 [citado 18 oct 2013];11(2).
- Xia, Y. M., Lu, Y. H., Shen, J., Gao, X. W., Qiu, H. and Li, J. H. (2014). Resistance monitoring for eight insecticides in *Plutella xylostella* in central China. Crop Protection, 63: 131-137.

## **CONTROL DE *Plutella xylostella* EN LA POBLACION DE SAN LUIS DE LA PAZ, GTO. CON EXTRACTOS ETANOLICOS DE *Euphorbia* Y *Yucca* BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO**

Jesús Martínez-Espinosa<sup>1</sup>; Luis Patricio Guevara-Acevedo<sup>2</sup>; Paulo Ramón Navarro-Covarrubias;  
Daniel Rodríguez Mercado<sup>2</sup>; Alier Miguel Muñoz Arias<sup>2</sup>; Julio Cesar León Vargas<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto. Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [leonvargasjulioc@gmail.com](mailto:leonvargasjulioc@gmail.com)

### **RESUMEN**

La palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*) es la plaga más importante en el cultivo del brócoli ya que reduce severamente el rendimiento y la calidad de la cosecha, y tiene la característica de desarrollar fácilmente poblaciones resistentes aunado al efecto contaminante del medio ambiente y alimento por las plagas, por eso mismo el objetivo de la investigación fue evaluar dos insecticidas orgánicos (*Euphorbia* y *Yucca*) en la mortalidad de la Palomilla dorso diamante realizando estos procesos bajo condiciones de laboratorio. Comenzando con una colecta manual de larvas de *Plutella xylostella* de San Luis de la Paz, Gto una vez terminada la colecta las larvas se introdujeron en una caja entomológica para para que se desarrollaran hasta la F3. Los bioensayos se realizaron en el laboratorio de Fitosanidad del Instituto Tecnológico Nacional de México-Roque mediante la técnica de inmersión en hojas de brócoli con el propósito de determinar los niveles de CL50 y límites de confianza. La población de San Luis de la Paz presentó valores d CL50 para los extractos de *Euphorbia* (*Euphorbia* spp) y Yuca (*Yucca* spp) de 12.274 y 4.982 ppm respectivamente. Siendo el segundo mas eficaz para un buen control.

**Palabras clave:** *Plutella xylostella*, *brassica oleracea*, *euphorbia*, *yucca*.

### **ABSTRACT**

The diamond back palomilla (*Plutella xylostella*) is the most important pest in broccoli cultivation and severely reduces the yield and quality of the crop, and has the characteristic of easily developing populations resistant to the contaminating effect of the environment and food for the

plagues, for that reason the objective of the investigation was evaluated two organic insecticides (Euphorbia and Yucca) in the mortality of the Palomilla diamond back performing these processes under laboratory conditions. Starting with a manual collection of larvae of *Plutella xylostella* that came from San Luis de la Paz, Gto once finished the collection of the larvae was introduced in an entomological box so that it can have a good growth next to pupae and adults. The bioassays are in the Phytosanity laboratory of the National Technological Institute of Mexico-Roque located in the municipality of Celaya, Guanajuato. This is the immersion technique in broccoli leaves with the purpose of determining the levels of LC<sub>50</sub> and confidence limits. population of San Luis de la Paz selected values for the extracts of Euphorbia (*Euphorbia spp*) and Yuca (*Yucca spp*) of 12,274 parts per million (ppm) and 4,982 ppm respectively. Being the first most effective for good biological control.

**Keywords:** *Plutella xylostella*, *brassica oleracea*, *euphorbia*, *yucca*.

## INTRODUCCION

La producción de brócoli en México, 70% se destina a la exportación, siendo Estados Unidos su principal destino, así como Canadá, Japón y algunos países de Europa (Cessa, 2018). En Guanajuato el brócoli es una de las hortícolas de mayor importancia por la superficie sembrada, los ingresos y la mano de obra que genera (SENASICA 2011). Los municipios que concentran la producción de brócoli en Guanajuato son San Miguel de Allende, San Luis de la Paz, San Diego de la Unión, Comonfort, Celaya, Salamanca, Irapuato, Valle de Santiago, Abasolo, Pénjamo, mientras que Cuerámara ya inicia esta producción y Francisco del Rincón. Con producciones de más de 15 toneladas. La principal plaga de importancia económica en el brócoli y en la mayoría de las crucíferas es la palomilla dorso de diamante, ya que la presencia de larvas y pupas de esta causa daños indirectos en el brócoli al contaminar el producto cosechado, afectando la calidad comercial (Moriuti, 2016). Este insecto-plaga es uno de los de mayor importancia en el mundo, y su manejo ocasiona incrementos significativos en los costos de producción (Talekar, 2013). Las aplicaciones preventivas han sido utilizadas de manera histórica para el control de plagas a principios del ciclo agrícola y hoy en día también se utiliza para la Palomilla dorso de diamante (PDD). Debido a que el control de la PDD se ha basado básicamente en las aplicaciones de insecticidas, la plaga ha desarrollado resistencia a casi cualquier tipo de insecticida. De acuerdo con datos recabados la

Palomilla dorso de diamante ha desarrollado resistencia a más de 80 ingredientes activos se ha mostrado que tiene resistencia a piretroides y a la mayoría de los carbamatos; sin embargo, la resistencia varía en gran medida en toda la región (Well, 2018). Estos problemas han llevado a la búsqueda de alternativas de control incluidas en el desarrollo de agrosistemas sostenibles, basados en un manejo integrado del cultivo sin alterar su equilibrio (Bunch, 2017). Una de estas alternativas es el uso de extractos vegetales que actúan como biocontroladores, debido a la presencia de metabolitos secundarios (Cuttler, 2010). Las plantas producen sustancias de bajo peso molecular conocidas como metabolitos secundarios. Estos son normalmente no esenciales para el proceso metabólico básico de la planta. Entre ellos se encuentran terpenos, lignanos, alcaloides, esteroides y ácidos grasos. El uso de plantas como repelentes es muy antiguo, pero no se le ha brindado la atención necesaria para su desarrollo (Tripathi *et al.*, 2010). Como alternativa, los productos naturales provenientes de una gran variedad de plantas, actúan inhibiendo, repeliendo, disuadiendo o eliminando insectos plagas de distinto tipo como así también estimulando procesos vitales de los cultivos para fortalecerlos y así protegerse de los ataques de las distintas pestes. (Stoll, 2016). La protección natural de cultivos, reduce la aparición de plagas secundarias, es menos nocivo para el hombre, y no ocasiona daños en el medio ambiente (Stoll, 2014).

En los extractos de la Euphorbia (*Euphorbia spp*) se ha observado la presencia de fenoles, flavonoides, alcaloides, triterpenos, proantocianidinas, catequinas y azúcares reductores. A partir de lo observado se puede ratificar que la actividad biológica de la Euphorbia (*Euphorbia spp*) es muy variada (Simmons *et al.*, 1997) ya que también en su extracto encontramos sustancias con antecedentes como repelentes de insectos (triterpenos, esteroides y alcaloides), actividad alelopática, antifúngica (Wink, 2000) y otras.

En cambio, en tamizajes fitoquímicos realizados en la planta de Yuca (*Yucca spp*) se identificaron carbohidratos, fenoles, flavonoides, cumarinas, alcaloides, triterpenos, mucílagos y saponinas. Existe mayor variabilidad de metabolitos secundarios en el extracto etanólico de las hojas, pero es en los rizomas donde se encuentran en mayor abundancia los compuestos fenólicos, los mucílagos y los triterpenos. Estos resultados justifican que sean los rizomas las partes más utilizadas de la planta (Frías *et al.*, 2016). El objetivo fue evaluar el control de palomilla dorso de diamante *Plutella xylostella* de San Luis de la Paz con extractos etanolicos de Euphorbia y Yuca bajo condiciones de

laboratorio.

## **MATERIALES Y METODOS**

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de fitosanidad del Tecnológico Nacional de México-Roque (TecNM-Roque), Celaya, Guanajuato. Para ello se colectaron larvas, pupas y adultos de *P. xylostella* en 10 lotes de producción comercial de brócoli del municipio de San Luis de la Paz, las muestras fueron colocadas en cajas de plástico y fueron transportadas al laboratorio de fitosanidad del TecNM-Roque, los individuos colectados fueron transferidas a plantas de brócoli de 45 días de edad, las cuales se encontraban dentro de jaulas entomológicas con dimensiones: 0.60 x 0.40 x 0.40 m, con la finalidad de eliminar parasitoides y su reproducción hasta F3 para obtener individuos suficientes para su posterior estudio. La alimentación de las larvas se llevó a cabo mediante plantas jóvenes de brócoli, mientras que para los adultos se les introdujo 60 ml de agua azucarada al 16% con la finalidad de asegurar el apareamiento y oviposición.

Al mismo tiempo se colectaron hojas de plantas de *Euphorbia* (*Euphorbia spp*), y Yuca (*Yucca spp*), La colecta se realizó en el mes marzo de 2018 en el municipio de Celaya, Gto localizada a: 100° 48' 55" y 20° 31' 40". Posteriormente, se colocaron en papel periódico y se dejaron secar a temperatura ambiente y protegidas de los rayos del sol, para la extracción de los metabolitos, se cortaron y pesaron 25 g de hojas secas y se colocaron un equipo soxhlet con alcohol al 70% a una temperatura de 90°C durante 6 ciclos (Núñez, 2018).

Para la realización de los bioensayos se empleó el método de inmersión (IRAC, 2017), utilizando larvas de *P. xylostella* de tercer instar, se cortaron círculos de 6.0 cm de diámetro de hojas de brócoli y fueron sumergidos por 10 s en las concentraciones para *Euphorbia* de 1 a 80 ppm y para *Yucca* de 60 ppm, se adiciono adherente (DIPEN-A) al 1% y un testigo absoluto con agua y adherente, los círculos fueron colocados sobre papel absorbente durante una hora para eliminar el exceso de humedad. Posteriormente los círculos tratados fueron colocados en cajas Petri con una almohadilla de papel absorbente saturado con agua y con ayuda de un pincel de pelo de camello 000 se transfirieron 10 larvas en tercer instar de *P. xylostella* sobre cada círculo de hoja de brócoli, se utilizaron 20 larvas por concentración. Las cajas Petri se colocaron en una cámara climática con condiciones de 27 °C, con una humedad relativa (HR) al 50% y fotoperiodo de 16:8 h luz/oscuridad. La toma de datos se realizó a las 72 h después del establecimiento del bioensayo.

Como criterio de mortalidad, a los individuos se les realizó una estimulación con un pincel en la parte dorsal, donde todo aquel que no respondía a dicho estímulo se consideró como muerto. Por tal motivo el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del extracto etanólico de dos diferentes plantas: Euphorbia (*Euphorbia spp*) y Yuca (*Yucca spp*) en la mortalidad de *Plutella xylostella* en hojas de brócoli bajo condiciones de laboratorio.

Análisis de datos: Con los resultados obtenidos de los bioensayos se realizó una corrección de mortalidad con la fórmula propuesta Lim (1986). Los resultados de la corrección de mortalidad se sometieron a un Análisis Probit (Hahn, 1971) para obtener la curva de respuesta concentración-mortalidad, utilizando el programa SAS system for Windows ver 9.0 (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestra la dosis letal (CL<sub>50</sub>) de los extractos etanólicos de Euphorbia y Yuca en la mortalidad de la población de *Plutella xylostella* de San Luis de la Paz en donde se observa que la CL<sub>50</sub> del etanólico de Euphorbia (*Euphorbia spp*) fue de 12.274 ppm, mientras que el extracto etanólico de Yuca (*Yucca spp*) presentó 4.982 ppm. Lo que indica que la diferencia en la CL<sub>50</sub> de los extractos en estudio es de 7.292 ppm, que corresponde al 11.61%. Lo que indica que la población de San Luis de La Paz, Gto, requiere menor cantidad de extracto etanólico de Euphorbia para matar el 50% de la población de *Plutella xylostella*.

Tabla 1. Concentración letal (CL<sub>50</sub>), límite fiducial inferior y superior (LFI, LFS) de extractos etanólicos de *Euphorbia* y *Yuca* en la mortalidad de una población de *Plutella Xylostella* de San Luis de la Paz.

Extracto	CL <sub>50</sub>	LFI-LFS	CL <sub>90</sub>	Ecuación de predicción
<i>EUPHORBIA SPP</i>	12.274	1.088-1.38	24.202	Y= -2.533 + 2.979
<i>YUCCA SPP</i>	4.982	0.697-1.26	18.574	Y= 1.484 + 1.645

LFI= Limite fiducial inferior; LFS= Limite fiducial superior

La dosis letal media (CL<sub>50</sub>) observada del extracto etanólico de Euphorbia y Yuca en la mortalidad de la palomilla dorso diamante fue de 12.274 y 4.982 ppm estos valores son superiores al reportado por Phasomkusolsil (2011) quien observó una CL<sub>50</sub> de 1.07 ppm en *Aedes aegypt*. Esa misma tendencia se observó con lo reportado por Soonwera (2011) con 0.61 ppm en *Aedes aegypt* con extracto de *C. citratus*. Pero inferiores al reportado por Kandaswomy (2012) quien observó un

valor de 47.50 ppm en *Diatrapa scharotis* y *Spodoptera frugiperda* con extractos de *Mentha piperita* y semillas de neem.

## CONCLUSION

La población de *Plutella Xylostella* de San Luis de la Paz presentó una CL<sub>50</sub> para el extracto etanólico de *Yucca spp* de 4.982 ppm y para, *Euphorbia spp* 12.274 ppm. El extracto etanólico de *Euphorbia spp* presenta una menor eficacia y un menor control en la población de San Luis de la Paz a comparación con el extracto de Yuca al observar mayor valor en la CL<sub>50</sub>.

Dado los resultados indican que el extracto etanólico de *Yucca spp* es una buena alternativa para el control de la palomilla dorso diamante en comparación con el de *Euphorbia spp*.

## LITERATURA CITADA

- Frías-De la O, Víctor López-Martínez, Daniel Jiménez-García, and Manuel Campos-Figueroa "Predicción de la Disponibilidad Ambiental de *Bulia schausi* (Lepidoptera: Noctuidae), una Plaga Potencial de Brócoli en México," *Southwestern Entomologist* 41(1), (1 March 2006).
- Hahn, E. D. and R. Soyer. (date unknown). "Probit and Logit Models: Differences in a Multivariate Realm." Retrieved May 28, 2008.
- López, Alfonso; Hernández-Castro, Elías; Mora-Aguilera, J. Antonio; NavaDíaz, Cristian y Sánchez-García, Francisco. 2012. Etiología y epidemiología de la necrosis de flores y frutos juveniles, México. *Agrociencia*. 46(8):757-767.
- Lim, G. S. 1986. Biological control of diamondback moth. In: *Diamondback moth management. Proc. of the First International Workshop*. Talekar, N. S. and T. D. Griggs (eds.). Asiatic Vegetable Research Center. 471 p.
- Maciel MV, Morais SM, Bevilaqua CML, IRAC, Barros RS, Sousa RN, Sousa LC, Brito.
- Moriuti, S. 1986. Taxonomic notes on the diamondback moth. In: *Diamondback moth management. Proc. of the First International Workshop*. Talekar, N.S. and T.D. Griggs (Eds.). Asiatic Vegetable Research Center. 471 p.
- Nuñez-Castro E, Lugo-Vargas L, RozoBautista A. 2010. Efecto toxico del extracto acuoso de *Ruta graveolens* L. (Rutaceae) sobre larvas de *Anopheles albimanus* Wiedemann, 1820 y *Culex quinquefasciatus* Say, 1823 (Diptera: Culicidae), en condiciones experimentales. *Entomotropica* 25(1): 11-18.

- Phasomkusolsil S, Soonwera M. 2011a. Comparative mosquito repellency of essential oils against *Aedes aegypti* (Linn.), *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison) and *Culex quinquefasciatus* (Say). Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine 1(1) Suppl: S113-S118.
- SENASICA. 2011. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Sistema de Información Agroalimentaria y de Consulta 2013(SIACON).
- Stoll, N. S. and A. M. Shelton. 1993. Biology, ecology, and management of the diamondback moth. Annu. Rev. Entomol. 38:275-301.
- Sonwera, Kandaswomy. Monitoreo de plagas en el cultivo de brócoli y coliflor. Birds Eye de México S.A. de C.V. Boletín. Informativo Núm. 1. 11 p.
- Talekar 2013. Role of parasitoid complex in limiting the population of diamond back moth in Moldavia, Rumania. In: Diamondback moth another crucifer pests. Proc. of the Second International Workshop. Talekar, N.S. (Eds.). Asiatic Vegetable Research Center. 604 p.
- Wink, Upadhyay S, Bhuiyan M, Bhattacharya PR. 2000. A review on prospects of essential oils as biopesticide in insect-pest management. Journal of Pharmacognosy and Phytotherapy 1(5): 052-063.
- Well, A. M. 2018. Resistance of diamondback moth to *Bacillus thuringiensis* subspecies in the field. In: Seminar Proc. of Global Management of Insecticide Resistance in the 90`s. September, 1992; Lake Bluff, Illinois. USA. 71-75 p.

## **ESTUDIO DE LA MICROBIOTA CONTENIDA EN EL GRANO Y HARINA DE SORGO**

### **STUDY OF THE MICROBIOTA CONTAINED IN GRAIN AND SORGHUM FLOUR**

Juan Gabriel Angeles-Núñez<sup>1</sup>, Talina Olivia Martínez-Martínez<sup>1</sup>, José Francisco Salazar-Valenzuela<sup>§\*</sup>.

\*Estudiante de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Politécnica de Guanajuato, Campus Cortázar,

<sup>1</sup>Investigador del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas Y Pecuarias (INIFAP), Campo Experimental Bajío. Km 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende C.P. 38110, Celaya, Guanajuato, México.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: [15030145@upgto.edu.mx](mailto:15030145@upgto.edu.mx)

#### **RESUMEN**

La creciente demanda de alimento en el mundo ha dado la pauta a la búsqueda de cultivos alternativos con alto potencial para consumo humano. Hoy en día, el sorgo, representa una alternativa viable para la producción de alimento, en la agroindustria, este cereal se utiliza en la producción de cerveza, galletas, pasteles, alcohol, alimento para animales entre otros productos. En este sentido el INIFAP Campo Experimental Bajío a través de su área de transformación busca alternativas de alimentación y al mismo tiempo dar valor agregado al cultivo de sorgo, esto lo realiza a través del desarrollo de tecnologías fácilmente transferibles a procesadores artesanales y pequeños industriales. El área de transformación, cuenta a su vez con un laboratorio de microbiología, que monitorea la microbiota presente en los materiales a transformar, con la finalidad de que los granos, semillas, frutas y legumbres cumplan con la sanidad que se requiere para realizar productos alimenticios. Los resultados obtenidos evidencian la presencia de *Rhizopus* sp, *Alternaria* sp, *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp, así como *Bacillus* sp en grano y harina. La presencia de estos microorganismos, merman de manera diferencial la calidad de los productos alimenticios que van dirigidos tanto al ser humano como a los animales, es por ello que en este trabajo se presenta una discusión sobre la microbiota presente en semilla y harina de sorgo con la

finalidad de remarcar la importancia que tiene el manejo sanitario de los cultivos agrícolas cuyos productos son la materia prima de la industria alimentaria.

**Palabras clave:** *sorgo, alimentación humana, patógenos y sanidad.*

## **ABSTRACT**

The growing demand for food in the world has set the pace for the search for alternative crops with high potential for human consumption. Today, sorghum, represents a viable alternative for food production, in the agribusiness industry, this cereal is used in the production of beer, cookies, cakes, alcohol, animal feed among other products. In this sense, the INIFAP Experimental Field Bajío through its transformation area seeks food alternatives and at the same time give added value to the sorghum crop, this is done through the development of technologies easily transferable to artisanal and small industrial processors. The transformation area, in turn, has a microbiology laboratory, which monitors the microbiota present in the materials to be transformed, in order that the grains, seeds, fruits and legumes comply with the health required to make food products. The results obtained show the presence of *Rhizopus* sp, *Alternaría* sp, *Penicillum* sp, *Aspergillus* sp, as well as *Bacillus* sp in grain and flour. The presence of these microorganisms, differentially diminish the quality of food products that are aimed at both humans and animals, that is why this paper presents a discussion about the microbiota present in seed and sorghum flour with The purpose of highlighting the importance of sanitary management of agricultural crops whose products are the raw material of the food industry.

**Key words:** *sorghum, human food, pathogens, health*

## **INTRODUCCIÓN**

El cultivo de sorgo es el quinto más importante del mundo, su adaptación a una amplia gama de condiciones de suelo, y la destacada tolerancia a deficiencias hídricas lo posicionan como una interesante alternativa productiva. A lo largo de los años, se han mejorado los niveles de rendimiento gracias a cultivares mejorados, mayor uso de insumos, mejores recursos y manejo de cultivos. Bajo un régimen climático cambiante, el sorgo tendría una importancia renovada como cultivo alimentario e industrial y, por lo tanto, es necesario concentrarse en esos cultivos emergentes para garantizar la seguridad alimentaria y nutricional de manera sostenible en los años

venideros (Hariprasanna *et al.*, 2016; Montes *et al.*, 2010; Rooney *et al.*, 1986). El sorgo, se utiliza en la preparación de alimentos balanceados, en la elaboración de harina en la obtención de almidón, glucosa, alcohol, acetato y butanol (SAGARPA, 2017). El cultivo de sorgo al igual que la mayoría de los cultivos agrícolas de nuestro país, es afectado por una serie de microorganismos que provocan enfermedades que merman la producción de grano y de forraje, además de deteriorar su valor nutritivo. Estas enfermedades varían en importancia, en cada área y de año en año, debido a diferentes condiciones ambientales, híbridos, prácticas culturales, variación en los microorganismos causales o en la interacción de cualquiera de estos factores (Pérez *et al.*, 2010). Los microorganismos que afectan al cultivo de sorgo, están implicados en infecciones y alergias humanas, así como en la calidad y sanidad de los productos que se generan a partir de esta materia prima, por tal motivo el objetivo de este estudio fue conocer la microbiota presente en grano y harina de sorgo que se usa como materia prima en la elaboración de alimentos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Para el aislamiento de los microorganismos presentes en harina de sorgo, se pesó 1 g de harina de sorgo en un tubo de 15 ml marca “Falcom” y se diluyó en 9 ml de agua estéril. Este procedimiento se llevó a cabo en campana de flujo laminar, una vez diluida la muestra se mezcló en un agitador tipo “Vortex” durante 10 min y después realizaron 7 diluciones seriadas, las cuales se sembraron en medio de cultivo PDA y se incubaron a una temperatura de 28 °C hasta observar desarrollo microbiano. Para la obtención de la harina de sorgo, el grano se molió en un molino eléctrico. Para la obtención de harina se realizó el siguiente procedimiento. Se desinfecta la semilla de sorgo con cloro al 2% durante 2 min, posteriormente se hacen dos lavados con agua destilada estéril, una vez realizado el lavado se deja secar la semilla de sorgo una vez seca la semilla se realiza la molienda y finalmente se realiza el cernido de la harina con un tamiz con número de malla de N°60. Para la preparación de medio de cultivo PDA, se siguieron las indicaciones del fabricante BD BIOXON. Las cuales consisten en suspender 39 g del polvo en 1 L de agua purificada, mezclar perfectamente y calentar con agitación frecuente. Finalmente, hervir durante 1 min hasta la disolución completa y esterilizar a 121 °C durante 15 min.

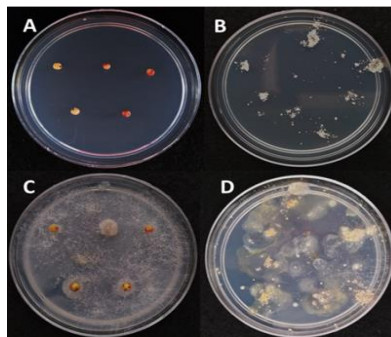
Para el aislamiento de microorganismos de semilla de sorgo, se colocaron semillas desinfectadas sobre una placa de medio PDA, la cual se incubó a una temperatura de 28 °C hasta observar

desarrollo microbiano. Para desinfectar la semilla de sorgo, estas se sumergieron en una solución de cloro al 2%, posteriormente se realizaron tres lavados con agua destilada estéril y finalmente se colocaron sobre una toalla de papel absorbente estéril y se dejaron secar. Este procedimiento se llevó a cabo en una campana de flujo laminar. Para la caracterización de la morfología microscópica de bacterias se realizó una tinción de Gram y para los hongos se realizó un frotis en fresco.

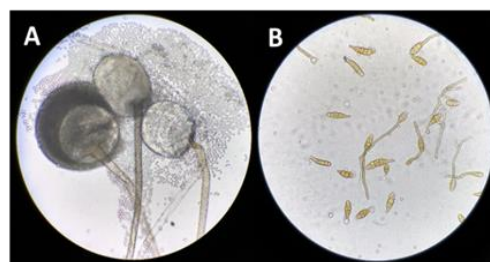
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la industria de alimentos la calidad sanitaria de la materia prima que viene del campo juega un papel primordial en la calidad de los productos que se generan, es por ello que se hace énfasis en cuidar y mantener la sanidad de los cultivos agrícolas. Con base en esto, en el presente trabajo se analizó la microbiota contenida en grano y harina de sorgo (Figura 1A y 1B), con la finalidad de poner de manifiesto los agentes microbianos que pudieran mermar la calidad de productos alimenticios elaborados a base de sorgo (Martínez-Martínez *et al.*, 2019). Los resultados microbiológicos muestran que tanto el grano como la harina de sorgo contienen una microbiota diversa (Figura 1C y 1D), que al ser observada en el microscopio revelaron la presencia de estructuras reproductivas de *Rhizopus* sp y *Alternaria* sp a las 72 horas de incubación (Figura 2A y 2B), en este mismo periodo se encontraron también estructuras típicas de la bacteria *Bacillus thuringiensis* (Figura 3) así como bacilos largos Gram negativos (Figura 4) y bacilos medianos Gram positivos (Figura 5). Mientras que a los siete días de incubación se detectaron estructuras reproductivas de *Penicillium* sp (Figura 6). Los resultados obtenidos en la semilla y harina de sorgo evidencian una contaminación por microbiota patógena, la cual por su origen podría mermar la calidad de los productos elaborados si el proceso de transformación que se utilice no logra eliminar o reducir las UFC de los agentes no deseados. Diferentes investigaciones han puesto de manifiesto que el cultivo de sorgo sufre del ataque de enfermedades que afectan su producción de grano y forraje, lo que además deteriora su valor nutritivo. Estas enfermedades varían en importancia, en cada área y de año en año, debido a diferentes condiciones ambientales, híbridos, prácticas culturales, variación en los microorganismos causales o en la interacción de cualquiera de estos factores (Pérez *et al.*, 2010). Los hongos encontrados en la semilla y harina de sorgo están implicados en infecciones y alergias humanas, así como en la calidad y sanidad de los productos

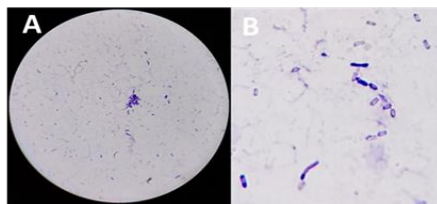
que se generan a partir de esta materia prima (Martínez-Martínez *et al.*, 2019). El hongo *Aspergillus* sp es el causante del deterioro del grano, así como la podredumbre de la panoja (Pérez *et al.*, 2010). Una de las particularidades de la especie de *Aspergillus* es su capacidad para producir micotoxinas “aflotoxinas” (Martínez *et al.*, 2013). El *Penicillium* sp, junto con *Aspergillus* sp son los causantes del deterioro del grano, así como de la podredumbre de la espiga (Perez *et al.*, 2010), mientras que el *Rhizopus* sp, es el principal causante de las enfermedades en las plantas por lo que se denominan patógenos. Todos estos agentes patógenos que afectan de manera diferencial al cultivo de sorgo y por ende la calidad de los productos que de ahí se generan se pueden controlar a través de un adecuado manejo sanitario del cultivo, en este sentido Angeles-Núñez *et al.* (2018) reporta el uso de *Trichoderma* sp para el control de microbiota patógena que afecta al cultivo de sorgo.



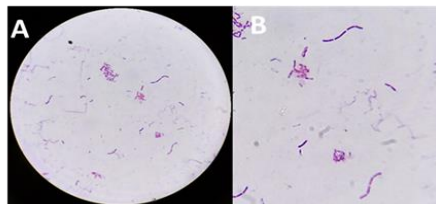
**Figura 1.** Desarrollo microbiano en grano y harina de sorgo (A) siembra de grano de sorgo comercial en medio de cultivo PDA (B) harina de sorgo sembrada en placa de medio de cultivo PDA (C) desarrollo microbiano en semilla de sorgo (D) desarrollo microbiano en harina de sorgo.



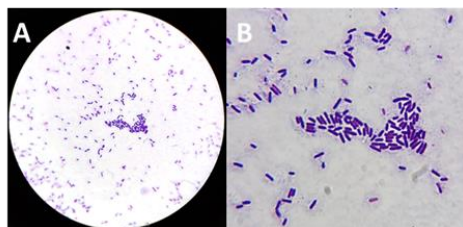
**Figura 2.** Estructuras reproductivas de hongos desarrollados en semilla de sorgo a las 72 horas de incubación en medio de cultivo PDA, (A) *Rhizopus* sp, (B) *Alternaria* sp. Imágenes tomadas en un microscopio óptico con objetivo 40X.



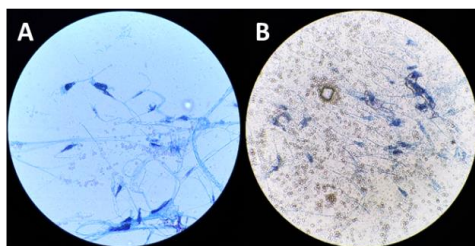
**Figura 3.** Desarrollo de la bacteria *Bacillus thuringiensis* en grano de sorgo incubado en medio de cultivo PDA a las 72 horas. Imágenes tomadas en un microscopio óptico con objetivo 100X.



**Figura 4.** Desarrollo de bacilos medianos en cadena Gram positivos en grano de sorgo incubado en medio de cultivo PDA a las 72 horas. Imágenes tomadas en un microscopio óptico con objetivo 100X.



**Figura 5.** Desarrollo de bacilos medianos Gram positivos en harina de sorgo incubado en medio de cultivo PDA a las 72 horas. Imágenes tomadas en un microscopio óptico con objetivo 100X.



**Figura 6.** Estructuras reproductivas de *Penicillium* sp desarrolladas a los 7 días de incubación en medio de cultivo PDA (A) grano (B) harina. Imágenes tomadas en un microscopio óptico con objetivo 40X.

## CONCLUSIONES

La semilla de sorgo analizada posee una amplia microbiota patógena (*Fusarium* sp, *Rhizopus* sp, *Alternaria* sp y *Penicillium* sp) la cual merma de manera diferencial la calidad del grano.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue desarrollado con recursos otorgados a través de proyectos FISCALES-2019 del INIFAP mediante el convenio No. 10235934451.

## LITERATURA CITADA

- Angeles-Núñez J.G., Herrera-Corredor C., Pecina-Quintero V. 2018. Efecto de *Trichoderma* sp, en el cultivo de sorgo. XXX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco 2018. VII Simposio Internacional en producción Agroalimentaria Tropical. Investigaciones Científicas y Agrotecnológicas para la Seguridad Alimentaria. UJAT Villahermosa, Tabasco, México. Noviembre 2018. Colección José Roviroso. Primera edición, 2018. 538-546 pp.
- Hariprasanna K., Rakshit S. 2016. Economic importance of sorghum. In: Rakshit S., Wang YH. (eds). The sorghum Genome pp 1-25. Compendium of Plant Genomes. Springer, Cham.
- Martínez E., Cantillo Taimy., García D. 2013. Microbiota asociada a lotes importados de semilla de *Moringa* (*Moringa oleífera*). Fitosanidad. 17(3):125-129.
- Martinez-Martinez T. O., Angeles-Núñez J. G., Moya-Prieto R. J., Paloalto-Tinoco M. E., Escobedo. Grano de sorgo una alternativa viable para los productos de panificación. Reuniones Nacionales de Investigación e Innovación Pecuaria, Agrícola, Forestal y Acuícola Pesquera Chiapas 2019.
- Montes G. N., García G. M. A., Castillo T. H., Pecina Q. V. & Anaya L. J. L. 2010. Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] blanco: alternativa para la alimentación humana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional del Noreste Campo Experimental Río Bravo Diciembre de 2010, Folleto Técnico pag.42.
- Pérez A., Saucedo O., Iglesias J., Hilda B., Wencomo F., Reyes G., Oquendo y Milián I. 2010. Caracterización y potencialidades del grano de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Pastos y Forrajes, Vol. 33, No. 1.
- Rooney, L.W., Kirleis, A.W. and Murty, D.S. 1986. Traditional foods from sorghum: their production, evaluation and nutritional value. Adv. Cereal Sci. Technol. 8: 317-353.
- SAGARPA. “Planeación agrícola nacional 2017-2030”. 2017.

## **ROL DE LOS TRICOMAS EN LA RESISTENCIA DE *Fragaria spp.* A *Tetranychus urticae* KOCH**

Mariana Alvarez Galicia<sup>1</sup>, José Rosario Valadez García<sup>1</sup>, Arturo Buenavista Centeno<sup>1</sup>, Julio Cesar León Vargas<sup>2</sup>, Silvano Ochoa Galaz<sup>2</sup>, Luis Patricio Guevara Acevedo<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto. <sup>2</sup>Docente Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [lpguevara@itroque.edu.mx](mailto:lpguevara@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

Se determinó el rol de los tricomas en relación con la antibiosis en seis variedades de fresa al ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch). Se estableció una colonia madre de *T. urticae* en cultivo de frijol provenientes de colectas de hojas infestadas de cultivos de pepino de un invernadero del Tecnológico Nacional de México- Roque (TecNM-R), en Celaya, Guanajuato. De esta colonia se seleccionaron diez hembras adultas apareadas y trasferidas a un cuadro de 3.5 cm<sup>2</sup> de la tercera hoja de la planta de fresa de cada uno de los materiales en estudio y colocadas en una caja Petri provista de algodón saturado de agua destilada en 5 repeticiones. Los tricomas se contaron con la técnica de Pérez y Chan (1986), modificada por Benavides *et al*, (2004), utilizando una película de poliestireno y xilol cubierta con cinta adhesiva y retirada con un solo movimiento. La cinta se colocó en un portaobjetos de microscopio compuesto para registrar el número de tricomas presentes. De acuerdo con el estudio, la variedad “Sayulita” es el material que presenta una correlación positiva mayor en las variables: vivos, muertos y HHD con 0.94,-0.99 y 0.95 respectivamente.

**Palabras clave:** *Fragaria spp.*, *Tetranychus urticae*, *Antibiosis*, *Tricomas*.

### **ABSTRACT**

The role of trichomes in relation to antibiosis in six strawberry varieties to the two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Koch) was determined. A mother colony of *T. urticae* was established in bean cultivation from collections of leaves infested of cucumber crops from a greenhouse of the

Tecnológico Nacional de México-Roque (TecNM-R), in Celaya, Guanajuato. From this colony, ten adult females mated were transferred to a 3.5 cm<sup>2</sup> frame of the third leaf of the strawberry plant were selected from each of the materials under study and placed in a Petri box provided with cotton saturated with distilled water in 5 repetitions. The trichomes were counted on the technique of Pérez and Chan (1986), modified by Benavides et al, (2004), using a polystyrene film and xylol covered with adhesive tape and removed by a single movement. The tape was placed on a compound microscope slide to record the number of trichomes present. According to the study, the “Sayulita” variety is the material that presents a positive correlation in the variables: alive, dead and HHD with 0.94, -0.99 and 0.95 respectively.

*Key words: Fragaria spp., Tetranychus urticae, Antibiosis, Trichomes.*

## INTRODUCCIÓN

Entre las plagas que atacan el cultivo de fresa, destaca el ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch). Es considerada como la principal plaga de este cultivo (Moraes y Flechmann, 2008). Causando daños en el momento de la alimentación, debido a la perforación de las células epidérmicas de la cara abaxial (Fadini *et al.*, 2007). La ruptura de estas células ocasiona una fuga del contenido celular que termina con la muerte celular. La muerte y las células lesionadas causan trastornos fisiológicos que resultan en la reducción de la fotosíntesis, el tejido y el color de las hojas cambia (Figueiredo, 2012).

El control de esta plaga se realiza principalmente con la aplicación de acaricidas sintéticos (Van Leeuwen *et al.*, 2010; Attia *et al.*, 2013; León *et al.*, 2014). Sin embargo, el uso excesivo de estos productos puede conducir al desarrollo de resistencia, a la eliminación de poblaciones de insectos benéficos, brotes secundarios de plagas y niveles más altos de residuos tóxicos en las frutas (Cavalcanti *et al.*, 2010).

Las tácticas de control alternativas implican principalmente el control biológico (McMurtry y Croft, 1997; Oliveira *et al.*, 2007; McMurtry, Moraes y Sourassou, 2013), pero también se ha considerado el uso de cultivares resistentes (González-Domínguez *et al.* 2015), que pueden reducir la tasa de crecimiento de las poblaciones de ácaros o aumentar la tolerancia de las plantas al ataque de ácaros de dos puntos (Archer *et al.*, 1990).

La resistencia de plantas a insectos representa la capacidad que tienen las plantas de restringir, retardar o sobreponerse a la infestación por una plaga (Mohammad y Garza, 2007). Existen tres mecanismos de resistencia de las plantas a los insectos, tales como: la antibiosis, tolerancia y no-preferencia (antixenosis) (Painter, 1951). Determinar el nivel de antibiosis de las plantas ayuda a mejorar el proceso de selección de plantas resistentes a los insectos, causando efectos adversos en los insectos y / o ácaros que han elegido aquellos hospedadores o cultivares en particular para alimentarse. Dichos efectos pueden verse en términos de menor fertilidad, menor tamaño, vida anormal o tamaño anormal, y mayores tasas de mortalidad (Davis y Wiseman, 1989).

La presencia de tricomas glandulares o en forma de gancho en tallos y hojas puede ser considerada un mecanismo físico de antibiosis contra algunos insectos. Se han observado ninfas atrapadas en las secreciones de los tricomas glandulares y otras atrapadas en los ganchos que forman los tricomas (Mohammad y Garza, 2007).

Gran parte de la resistencia a los ácaros en las plantas se atribuye a la presencia de tricomas glandulares. Estas estructuras producen enzimas oxidantes involucradas en la oxidación y polimerización de compuestos fenólicos. Estas sustancias funcionan como barreras físicas y químicas contra la alimentación de ácaros y afectan indirectamente su ovoposición (Steinite y Ievinsh 2003). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los tricomas en la antibiosis de seis variedades de fresa a *Tetranychus urticae* Koch.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Colonia de madre.** Al inicio del experimento se estableció una colonia madre mediante la colecta de hojas infestadas por individuos procedentes de cultivos de pepino bajo condiciones de invernadero y se mantuvieron sobre hojas de frijol sembradas en suelo para su desarrollo, en el laboratorio de Fitosanidad del Tecnológico Nacional de México- Roque (TecNM-R), en Celaya, Guanajuato.

**Plantación de material de fresa.** Se trasplantaron 60 materiales de fresa de seis variedades (Sayulita, Albion, Monterrey, San Andreas, Cabrillo y Camino Real), provenientes de los estados de Guanajuato y Michoacán, en bolsas de plástico de 40 x 40 cm llenadas con 50% de arena, 20% de suelo arcilloso, 15% de tezontle y un 5% de humus dejando el material vegetativo a la intemperie para su desarrollo. Cuando las plantas desarrollaron 3 hojas, se cortaron cinco cuadrados de 3.5

cm<sup>2</sup> de la tercera hoja de cada variedad y se colocaron con el envés hacia arriba en cajas Petri con algodón saturado de agua destilada en la base, donde 10 hembras adultas fueron transferidas de la colonia madre mediante un pincel de número “000” de pelo de camello. A partir de ese momento y durante 4 días, se registraron las mediciones de mortalidad, puesta de huevos y repelencia (la medición de repelencia se basó en el número de ácaros que se encontraban en el algodón). Este período de observación de cuatro días se seleccionó de experimentos anteriores que muestran que los ácaros en las mismas condiciones experimentales tuvieron cambios menores en la puesta de huevos después de cuatro días de la infestación (Mansour *et al.*, 1987).

**Densidad de tricomas.** Se seleccionaron cinco plantas 60 días después de plantar los materiales genéticos de este ensayo y se eligieron cinco hojas de cada planta. Los tricomas se contaron con la técnica de Pérez y Chan (1986), modificada por Benavides *et al.* (2004), utilizando una película de poliestireno y xilol cubierta con cinta adhesiva y retirada con un solo movimiento. La cinta se colocó en un portaobjetos de microscopio compuesto para registrar el número de tricomas presentes. Se calculó un promedio de los resultados de las cinco hojas y la densidad final se extrapoló a 1cm<sup>2</sup>, según el método de Pérez y Chan (1986).

**Análisis estadístico.** Los resultados obtenidos para las hembras muertas, repelidas y Huevos por Hembra por Día (H/H/D) se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) con un diseño completamente aleatorio y cinco repeticiones, aplicando el cálculo de la transformación angular a los porcentajes resultantes. Cuando ANOVA indicó diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para la separación media. Los resultados analíticos anteriores indicaron la eficiencia del análisis de la hoja cuadrada para la antibiosis, en comparación con el análisis de toda la planta (De Ponti, 1985; Kamali, *et al.*, 1989).

El efecto de la densidad de tricomas en el desarrollo de *T. urticae* se estudió utilizando un análisis de correlación en cada una de las variables evaluadas de antibiosis. Utilizando el sistema SAS para Windows 9.0 (2002) en cada análisis a continuación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados de la evaluación de antibiosis de 6 variedades de fresa en presencia *T. urticae* en la etapa de tres hojas. Las variables estudiadas: porcentaje de hembras

vivas, muertas y repelidas, así como H/H/D en correlación con el número de tricomas. Todas las variables presentaron diferencias significativas en los materiales evaluados.

**Cuadro 1.** Correlación de los tricomas en el porcentaje de hembras vivas, muertas, repelidas y la oviposición de *Tetranychus urticae* en seis variedades de fresa.

Variedad	Vivos	Muertos	Repelidos	HHD <sup>1</sup>
Sayulita	0.94	-0.99	-0.73	0.95
Albion	0.17	-0.73	0.92	0.83
San Andreas	-0.48	0.18	0.72	0.65
Monterrey	-0.61	0.90	0.79	-0.42
Camino Real	-0.81	0.81	0.45	0.45
Cabrillo	0.48	-0.87	0.73	-0.70

Huevos/Hembra/Día

Se observó una correlación negativa en la variedad Sayulita de 0.94 en relación con el número de tricomas por hembras vivas mientras que la variedad Albion resulta ser el material que presenta una correlación positiva de 0.17. Esto concuerda con los datos obtenidos de Steinite y Levinsh (2003) quienes observaron una correlación negativa entre el número de tricomas y hembras vivas de *T. urticae* en varios cultivares de fresa.

En cuanto a la relación con la densidad de tricomas y la cantidad de hembras muertas, el material con mayor valor se observó en la variedad Sayulita con una correlación negativa de -0.99 y en caso contrario el material San Andreas presentó una correlación positiva de 0.18. La relación con el número de tricomas y la repelencia del acaro la variedad Albion muestra una correlación positiva de 0.92 y la variedad Camino Real presentó una correlación negativa de 0.45. Esto concuerda con Afzal *et al* (2009) y Maluf *et al.* (2007) quienes observaron una correlación positiva de hembras muertas y repelidas con densidades de tricomas de 0,88 y 0,71 en tomate y maíz para *Chilio partellus* (Swinhoe) y *T. urticae*, respectivamente.

El impacto en la actividad de puesta de huevos del ácaro se debe al hecho de que los tricomas actúan como barreras morfológicas independientes (Freitas *et al.*, 2002). Esto concuerda con los resultados obtenidos en el presente análisis en el cual se observa una correlación positiva de 0.95 en el material Sayulita y una correlación negativa de -0.7 en el material Cabrillo, en cuanto a la relación de la densidad de tricomas por HHD.

En cuanto al efecto de correlación entre el número de tricomas y las variables evaluadas para la antibiosis. La variedad Sayulita resulta ser la variedad más resistente y menos favorable para el desarrollo de *T. urticae* esto concuerda con lo observado por Steinite y Levinsh (2002) quienes afirman que los cultivares considerados resistentes a *T. urticae* tienen una mayor actividad de enzimas oxidativas. Estas enzimas actúan sobre la oxidación y polimerización de compuestos fenólicos presentes en dentro de los tricomas y se liberan en el momento del daño generado por el ácaro como barrera física y química contra los alimentos y también contra la ovoposición.

## CONCLUSIÓN

De acuerdo con el estudio, la variedad “Sayulita” es el material que presenta una correlación positiva mayor en las variables: vivos, muertos y HHD con 0.94,-0.99 y 0.95 respectivamente, en comparación con los demás materiales de estudio. Sin embargo, el material “Albion” presenta la correlación positiva mayor en la variable repelencia con 0.92 de correlación. Siendo así el material más resistente y menos apto para el desarrollo del acaro de dos manchas *T. urticae*.

## LITERATURA CITADA

- Afzal M., Nazir Z., Bashir HM y Khan SB 2009. Análisis de la resistencia de la planta huésped en algunos genotipos de maíz contra *C. hilo partellus* (Swinhoe) (Pyralidae: Lepidoptera). Pak. J. Bot., 41 (1): 421-428.
- Archer TL, A. B. Onken, E. D. Bynum Jr. y G. C. Peterson. 1990. Bancos de abundancia de ácaros (*Oligonychus pratensis*) en cultivares de sorgo con diferentes niveles de uso de nitrógeno y eficiencia del metabolismo. 9(3): 177-182.
- Badii M.H, y Garza V. 2007. Resistencia en insectos, plantas y microorganismos. CULCyT//Impacto Ecológico. 22-23.
- Benavides-Mendoza A, AM Salazar-Torres, F Ramírez-Godina, V Robledo-Torres, H Ramírez-Rodríguez, RK Maiti (2004) Tratamiento de semilla de chile con ácido salicílico y sulfosalicílico y respuesta de las plántulas al frío. Terra *Latinoamericana* 22: 41-47.
- Cavalcanti, SCH, Niculau, ES, Blank, AF, Câmara, CAG, Araújo, IN, y Alves, PB (2010). Composición y actividad acaricida del aceite esencial de *Lippia sidoides* contra el ácaro araña de dos puntos (*Tetranychus urticae* Koch). *Bioresour Technol*, 101 (2), 829-832. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.08.053>

- Davis, FM, Williams, WP y Wiseman, BR 1989. Métodos utilizados en la detección y determinación de mecanismos de resistencia al barrenador del maíz del suroeste y al gusano del ejército caído. En *CIMMYT 1989. Hacia la resistencia a los insectos Maíz para el Tercer Mundo: Proc. En t. Symp. sobre Metodologías para desarrollar resistencia de la planta huésped a los insectos de maíz*. México, DF, CIMMYT.
- De Ponti O M B (1985) Host plant resistance and its manipulation through plant breeding. In: Helle, W. and Sabelis, M.W. (Eds.) *Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control*. Volume 1B, pp. 395-403. Elsevier, New York, NY.
- Fadini, Mam; Oliveira, Hg; Venzon, M. Pallini, A; Vilela, EF Distribución Enfermedad de los ácaros fitófagos (Acari: Tetranychidae) en fresa. *Neotropical Entomología*. Londrina, v. 36, no. 5, p. 783-789, 2007.
- Freitas, JA, MFN Brandão, VS Souza, WR Maluf, AI Ciociola Jr. Y GLD Leite. 2002. Relações entre acilaçúcares, tricoma glandular y resistênciã do tomateiro à mosca branca. *Maringá*, 24 (5): 1313-1316
- González-Domínguez, SG, Santillán-Galicia, MT, González-Hernández, V., Espinosa, JS, y González-Hernández, H. (2015). Variabilidad en el daño causado por el ácaro *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) Koch en tres variedades de fresa. *J Entomol Económico*, 108 (3), 1371-1380. <https://doi.org/10.1093/jee/tov084>
- Kamali K, M Dicke, W D Guthrie (1989) Resistance-susceptibility of maize genotypes to artificial infestations by two-spotted spider mites. *Crop Science* 29:936-938.
- Mansour F, Z Karchi, N Omari (1987) Resistance of melon to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). *Bulletin of Entomological Research* 77:603-607.
- MCMurtry, JA y Croft, BA (1997). Los estilos de vida de los ácaros fitoseidos y su papel en el control biológico. *Annu Rev Entomol*, 42 (1), 291-321. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.42.1.291>
- MCMurtry, JA, Moraes, GJD y Sourassou, NF (2013). Revisión de los estilos de vida de los ácaros fitoseidos (Acari: Phytoseiidae) e implicaciones para las estrategias de control biológico. *Syst Appl Acarol*, 18 (4), 297-320. <https://doi.org/10.11158/saa.18.4.1>

- Moraes GJ; Flechtmann Chw. 2008. Aspectos biológicos específicos de los principales grupos de ácaros de importancia agrícola. (In) MORAES GJ; FLECHTMANN CHW. Manual de acarología. Ribeirao Preto: Holos, 288p.
- Painter, R.H. 1951. Insect Resistance in Crop Plants. The Macmillan Co., New York, NY.
- Pérez, B.H., y Chan, C. J. L. 1986. Densidad estomatal del duraznero y nectarino de riego y del duraznero de temporal. *Fitotecnia* 8:177-186.
- Steinite I., y G. Levinsh. 2002. Wound-induced responses in leaves of strawberry cultivars differing in susceptibility to spider mite. *Journal of Plant Physiology*.. 159(5): 491-497.
- Steinite I., y G. Levinsh. 2003. Possible role of trichomes in resistance of strawberry cultivars against spider mite. *Acta Universitatis Latviensis*, 662: 59–65.
- Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W. y Tirry, L. (2010). Resistencia al mecanismo acaricida en el ácaro araña de dos puntos *Tetranychus urticae* y otros Acari importantes: una revisión. *Insecto Biochem Mol Biol*, 40 (8), 563-572. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.05.008>

## **SUSCEPTIBILIDAD DE *Tetranychus urticae* KOCH EN *Fragaria* spp. BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO**

Mariana Alvarez Galicia<sup>1</sup>, José Rosario Valadez García<sup>1</sup>, Hugo Cesar Cisneros López<sup>2</sup>, Julio Cesar León Vargas<sup>2</sup>, Silvano Ochoa Galaz<sup>2</sup>, Luis Patricio Guevara Acevedo<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto. <sup>2</sup>Docente Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [lpguevara@itroque.edu.mx](mailto:lpguevara@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

Se determinó la antibiosis de seis variedades de fresa al ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch). Se estableció una colonia madre de *T. urticae* en cultivo de frijol provenientes de colectas de hojas infestadas de cultivos de pepino de un invernadero del Tecnológico Nacional de México-Roque (TecNM-R), en Celaya, Guanajuato. De esta colonia se seleccionaron diez hembras adultas apareadas y transferidas a un cuadro de 3.5 cm<sup>2</sup> de la tercera hoja de la planta de fresa de cada uno de los materiales en estudio y colocadas en una caja Petri provista de algodón saturado de agua destilada en 5 repeticiones. De acuerdo con la antibiosis se observa que las variedades Sayulita y Camino Real, presentan un mayor grado de antibiosis a *Tetranychus urticae* Koch en comparación con las variedades Albion y San Andreas.

**Palabras Claves:** *Fragaria* spp. *Tetranychus urticae*, Antibiosis, Repelencia

### **ABSTRACT**

The antibiosis of six strawberry varieties to the two-spotted mite (*Tetranychus urticae* Koch) was determined. A mother colony of *T. urticae* was established in bean cultivation from collections of infested leaves from cucumber crops of a greenhouse in the Tecnológico Nacional de México-Roque (TecNM-R), in Celaya, Guanajuato. From this colony, ten adult females mated were transferred to a 3.5 cm<sup>2</sup> frame of the third leaf of the strawberry plant were selected from each of the materials under study and placed in a Petri box provided by cotton saturated with distilled water in 5 repetitions. According to the antibiosis, it is observed that the Sayulita and Camino Real

varieties show a higher degree of antibiosis to *Tetranychus urticae* Koch compared to the Albion and San Andreas varieties.

**Keywords:** *Fragaria* spp. *Tetranychus urticae*, Antibiosis, Repellency

## INTRODUCCIÓN

Varias enfermedades y plagas pueden significativamente comprometer la producción de fresas, entre ellas *Tetranychus urticae* Koch, una plaga polífaga que puede causar pérdidas de hasta 80% en cultivo de fresa (Fadini *et al.*, 2004; Moraes; Flechtmann, 2008; Sato *et al.*, 2009). Esta especie se alimenta de la savia de la planta y ocasiona daños sobre la epidermis de la lámina foliar reduciendo su vigor y rendimiento, además de que en altas poblaciones puede llegar a presentarse en flores y frutos (Lemus-Soriano *et al.*, 2017). Las hojas atacadas se decoloran inicialmente y luego pueden secarse y quedar totalmente cubiertas con correas, lo que lleva a una reducción del rendimiento de hasta el 80% y una menor calidad de la fruta (Park y Lee, 2005; Fraulo, Mcsorley y Liburd, 2008).

En la mayoría de los cultivos de fresa, el control del ácaro se realiza casi exclusivamente con el uso de agroquímicos, cuyo impacto ambiental bajo ciertas circunstancias puede ser bastante significativo (Watanabe *et al.*, 1994; Bernardi *et al.*, 2013). Ya que esta plaga ha mostrado gran capacidad para desarrollar resistencia en poco tiempo (Price *et al.*, 2000; Stumpf y Nauen, 2002; Herron *et al.*, 2004).

Además, el control de *T. urticae* se ve obstaculizado por su alto potencial reproductivo y baja eficiencia de productos utilizados, principalmente debido a la existencia de varias poblaciones de esta especie resistentes a acaricidas tales como abamectina y fenpiroximato (Sato *et al.*, 2009).

Dentro de las prácticas correctas del manejo del cultivo de fresa, el control del ácaro ha recibido más atención, principalmente por la búsqueda de alternativas al control químico convencional. Una de las alternativas es la reducción en el uso de agroquímicos, destinados a la producción de fruta saludable y libre de residuos tóxicos para los consumidores mediante el uso de control biológico con depredadores ácaros asociados al uso de productos naturales. (Bernardi *et al.*, 2013). Otra alternativa es el uso de plantas resistentes a la plaga, ya que permiten el mantenimiento de una determinada población a niveles inferiores a los de daño económico. Esta práctica minimiza el uso

de agroquímicos y no tiene costo adicional para el agricultor, y sirve como una herramienta auxiliar en el manejo integrado, que puede asociarse con otras prácticas de manejo de plagas (Lara, 1991). Algunos los estudios han demostrado la existencia de diferentes niveles de susceptibilidad y resistencia a los ácaros en cultivos de fresa (Lourenção *et al.*, 2000; Labanowska, 2007; Monteiro *et al.*, 2014; Rezaie *et al.*, 2013). La resistencia varietal se puede evaluar mediante la evaluación de factores como el comportamiento de los ácaros, el nivel de daño a la planta infligido (Petrova, Cudare, Steinite y Laugale, 2000; Wold y Hutchison, 2003), tiempo de desarrollo, parámetros de supervivencia, fecundidad, tasa de oviposición y tabla de vida (Gugole Ottaviano, Sánchez, Roggiero, & Greco, 2013; González-Domínguez *et al.*, 2015). Los factores relacionados con la resistencia a las plagas de ácaros incluyen características morfológicas como el grosor del tejido y la densidad de los tricomas (Handley, Ekbom y Agren, 2005; Oku, Yano y Takafuji, 2006; González-Domínguez *et al.*, 2015), así como la producción de defensa compuestos, que a menudo inhiben la alimentación de los ácaros (Steinite y Ievinsh, 2002; Figueiredo, Resende, Morales, Gonçalves y Da Silva, 2013). El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia de seis genotipos de fresas para el ácaro araña de dos puntos, evaluando la antibiosis, antixenosis, repelencia y densidad de tricomas bajo condiciones de laboratorio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Colonia Madre.** Al inicio del experimento se estableció una colonia madre mediante la colecta de hojas infestadas por individuos procedentes de cultivos de pepino bajo condiciones de invernadero y se mantuvieron sobre hojas de frijol sembradas en suelo para su desarrollo, en el laboratorio de Fitosanidad del Tecnológico Nacional de México- Roque (TecNM-R), en Celaya, Guanajuato.

**Trasplante de materiales de fresa a evaluar.** Se trasplantaron 60 materiales de Fresa de seis variedades (Sayulita, Albion, Monterrey, San Andreas, Cabrillo y Camino Real), provenientes de los estados de Guanajuato y Michoacán, en bolsas para cultivo de 40 x 40 cm llenadas con 50% de arena, 20% de suelo arcilloso, 15% de tezontle y un 5% de humus dejando el material vegetativo a la intemperie para su desarrollo.

**Evaluación de Antibiosis.** El material biológico del experimento se manipulo de acuerdo al método “Hoja-arena” propuesta por Abbott-Setta y Childers (1987), que consistió en la transferencia de diez hembras adultas del ácaro de la colonia madre mediante un pincel de número

“000” de pelo de camello a un cuadro de 3.5 cm<sup>2</sup> recortado de las hojas de fresa, el cuadro se colocó con la cara abaxial hacia arriba sobre el algodón saturado con agua destilada en la base de la caja Petri. Al material biológico se le realizaron observaciones de mortalidad, oviposición y no preferencia (repelencia), esta última en base al comportamiento de dejar los cuadros de la hoja por cuatro días. El periodo de cuatro días de observación se determinó a resultados de experimentos previos, que muestran que los ácaros bajo esas mismas condiciones tienen bajos cambios de oviposición después de los cuatro días de la infestación (Mansour *et al.*, 1987).

**Análisis Estadístico.** Los resultados obtenidos para hembras muertas, repelidas y producción de huevos (H/H/D) fueron sometidos a análisis de varianza (ANOVA) con un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, los porcentajes se sometieron a transformación angular. Cuando el ANOVA indicó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para la separación de medias. Análisis de estudios previos indicaron la eficiencia del análisis de cuadrados de hoja para antibiosis en comparación con la planta entera (De Ponti, 1985; Kamali, *et al.*, 1989). Para cada uno de los análisis se utilizó el programa SAS system para Windows ver 9.0 (2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados sobre el porcentaje de hembras vivas, muertas, repelidas y el número de huevos por hembra por día (H/H/D), como variables de estudio en susceptibilidad de las plantas de fresa a *Tetranychus urticae*. Las variedades tuvieron un efecto altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ) en el porcentaje de hembras vivas y en H/H/D, en cuanto a hembras muertas y repelencia no se observaron efectos significativos.

**Cuadro 1.** Antibiosis de seis variedades de fresa en etapa de la tercera hoja de crecimiento al ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch). Las medias fueron tomadas a 4 días de la infestación en cuadrados de 3.5 cm<sup>2</sup> separados (5 hembras/cuadrado). Pr > F ( $< 0.0001$ ) Vivos (3.21\*\*), Muertos (1.11<sup>ns</sup>), Repelidos (0.60<sup>ns</sup>) y HHD (3.89\*\*).

Variedad <sup>†</sup>	% Vivos <sup>‡</sup> (Media±DS)	% Muertos <sup>‡</sup> (Media±DS)	% Repelidos <sup>‡</sup> (Media±DS)	HHD <sup>¶¶</sup> (Media±DS)	Dif <sup>¶¶¶</sup>
Albion	75.68±10.00 a	5.13±4.47 a	5.13±4.47a	37.02±2.61 a	0
San Andreas	53.77±15.16 b	5.13±4.47 a	5.13±4.47a	35.23±8.48ab	4.83
Monterrey	70.37±10.00 ab	10.08±8.94 a	1.81±0.00a	33.53±6.60 ab	9.42
Cabrillo	65.35±8.36 ab	1.81±0.00 a	1.81±0.00a	29.57±6.00 ab	20.12
Camino Real	68.31±5.47 ab	1.81±0.00 a	1.81±0.00a	25.09±6.50 b	32.22

Sayulita	58.84±16.43 ab	11.41±13.03 a	5.13±0.00a	24.57±3.51 b	33.63
----------	----------------	---------------	------------	--------------	-------

†Listado en orden descendiente de los materiales más susceptibles a los más resistentes; ‡Columnas separadas por Tukey ( $P \leq 0.05$ ); ¶Huevos/Hembra/Día; ¶¶Porcentaje de diferencia en comparación con el material más susceptible ( $100 * (H/H/D_{\text{Albion}} - H/D/D_{\text{línea}}) / H/D/H_{\text{Albion}}$ ).

Los materiales con mayores porcentajes de supervivencia fueron las variedades Albion, Monterrey y Camino Real con 75.68, 70.37 y 68.31% respectivamente estudio ( $F = 3.21$ ;  $df = 5$ ;  $P > 0.0234$ ); mientras que, los materiales que resultaron ser menos adecuados para el desarrollo poblacional del ácaro fueron San Andreas, Sayulita y Cabrillo con 53.77, 58.84 y 65.35% de supervivencia respectivamente. Se puede observar que la variedad Sayulita reduce más del 28% la supervivencia en comparación con la variedad Albion (Cuadro 1), estos resultados son menores a los reportados por Costa *et al.* (2017), quienes reportaron una supervivencia de *T. urticae* de más de 82% entre las variedades más susceptibles y las más resistentes. En cambio, estos resultados son inferiores a los reportados por Esteca *et al.* (2017) quienes observaron una supervivencia mayor del 616% en las variedades.

Contrariamente no se observó efecto ( $F = 1.11$ ;  $df = 5$ ;  $P > 0.3828$ ) de los cultivares sobre la tasa de mortalidad, aunque en los cultivares Sayulita y Monterrey se observó una mortalidad ligeramente superior a los demás cultivares. De acuerdo con Price *et al.* (1980), la calidad de la planta hospedera puede afectar el desarrollo y las tasas de supervivencia y fecundidad de artrópodos fitófagos. Aunque Greco *et al.* (2006) menciona que *T. urticae* muestra una mayor capacidad para desarrollarse sobre hojas de fresa.

En relación con la repelencia de *T. urticae* los análisis estadísticos no muestran diferencias significativas ( $F = 0.60$ ;  $df = 5$ ;  $P > 0.7003$ ) entre las variedades, sin embargo, de acuerdo con Golizadeh *et al.* (2017) quien argumenta que se pueden presentar variaciones en el desarrollo de especies herbívoras dependiendo de las características químicas y morfológicas de las plantas, las cuales determinan su adaptabilidad como hospederas.

Los análisis estadísticos muestran que la variable ovoposición (H/H/D) presenta diferencias altamente significativas entre los materiales de estudio ( $F = 3.89$ ;  $df = 5$ ;  $P > 0.0100$ ), la variedad Sayulita presentó los valores más bajos con un 24.57%, por lo tanto, resulta ser el material menos favorable para el desarrollo del ácaro de dos manchas. De acuerdo con Mansour *et al.* (1993) el efecto de la planta en la ovoposición es uno de los principales factores de resistencia al ácaro de

dos manchas y otras plagas. Los materiales con mayor ovoposición fueron Albion, San Andreas y Monterrey con 0.48, 0.65 y 0.13 H/H/D, estos resultados son inferiores y contrarios a los obtenidos por Karlec *et al.* (2017) quien encontró efecto del cultivar de fresa sobre la ovoposición de *T. urticae*; y mostraron la mayor tasa de ovoposición (6,2 H/H/D) sobre hojas de ‘Monterrey’, lo cual sugiere que este cultivar es más susceptible a la plaga en comparación con ‘Albión’ donde se registró apenas una tasa de (1,7 H/H/D). Por lo anterior, se puede considerar que la variedad Sayulita es el material más resistente a *T. urticae*, con una diferencia de 33.63% en comparación con el material más susceptible en este estudio.

## CONCLUSIÓN

De acuerdo con el estudio, en la variedad “Sayulita” se observó un mayor porcentaje de hembras muertas 11.41% y una diferencia del 33.63% H/H/D en comparación con la variedad más susceptible “Albion”. Por lo tanto, el material “Sayulita” es el material más resistente y menos apto para el desarrollo de *T. urticae*. Sin embargo, los materiales “Albion”, “San Andreas” y “Monterrey” son los materiales más susceptibles a este ácaro.

## LITERATURA CITADA

- A.F. Costa, P.E. Teodoro, L.L. Bhering, M.J. Fornazier, J.S. Andrade, D.S. Martins and J.S. Zanuncio Junior (2017). Selection of strawberry cultivars with tolerance to *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae) and high yield under different managements. *Genetics and Molecular Research*, 2-5. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr16029599>.
- Abbott-Setta M M, C C Chinders (1987) A modified leaf arena technique for rearing phytoseiid or tetranychid mite for biological studies. *Florida Entomologist* 70:245-248
- Bernardi, D.; Botton, M.; Silva, U.S.; Bernardi, O.; Malausa, T.; Garcia, M.S.; Nava, D.E. (2013). Effects of azadirachtin on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its compatibility with predatory mites (Acari: Phytoseiidae) on strawberry. *Pest Management Science*, Malden, v.69, n.1, p.75-80, 2013
- De Ponti O M B (1985) Host plant resistance and its manipulation through plant breeding. In: Helle, W. and Sabelis, M.W. (Eds.) *Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control*. Volume 1B, pp. 395-403. Elsevier, New York, NY.

- Esteca F., Dainese C., Rodrigues L.R., Lourenção A.L., Passos F.A., Moraes G.J. (2017). Resistance of New Strawberry Genotypes to the Two-Spotted Spider Mite (Acari: Tetranychidae). *Journal of Agricultural Science*. 9. 119-129. 10.5539/jas.v9n8p119
- Fadini, M.A.M.; Pallini, A.; Venzon, M. Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.34, p.1271-1277, 2004.
- Figueiredo, A.S.T.; Resende, J.T.V.; Santos, A.P.G.; Camargo Júnior, O.; Morales, R.G.F.; Faria, M.V.; Preczenhak, A.P. Repelência de cultivares de morangueiro ao ácaro rajado, mediada por tricomas presentes nos folíolos. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v.28, n.2, p.603-609, 2010.
- Fraulo, AB, Mensorley, R. y Liburd, OE (2008). Efecto del agente de control biológico *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) en la estructura de la comunidad de artrópodos en los campos de fresas del norte de Florida. *Flaentomol*, 91 (3),436-445.
- Golizadeh, A., S. Ghavidel, J. Razmjou, S. Asghar y M. Hassanpour. 2017. Comparative life table analysis of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on ten rose cultivars. *Acarologia* 57(3): 607-616.
- González-Domínguez, SG, Santillán-Galicia, MT, González-Hernández, V., Espinosa, JS, y González-Hernández, H. (2015). Variabilidad en el daño causado por el ácaro *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) Koch en tres variedades de fresa. *J Entomol Económico*, 108 (3), 1371-1380. <https://doi.org/10.1093/jee/tov084>
- Greco, N., P. Pereyra. y A. Guillade. 2006. Host-plant acceptance and performance of *Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae). *J. Appl. Entomol.* 130(1): 32-36.
- Gugole Ottaviano, MF, Sánchez, NE, Roggiero, MF y Greco, NM (2013). Rendimiento de *Tetranychus urticae* y *Neoseiulus californicus* en cultivares de fresa y evaluación del efecto de la glándula tricomas *Arthropod Plant Interact*, 7 (5), 547-554.
- Handley, R., Ekbom, B. y Agren, J. (2005). Variación en la densidad de tricomas y resistencia contra un especialista herbívoro de insectos en poblaciones naturales de *Arabidopsis thaliana*. *Ecol Entomol*, 30 (3), 284-292. <https://doi.org/10.1111/j.0307-6946.2005.00699.x>
- Herrón, G. A., J. Rophail, and L. J. Wilson. 2004. Chlorfenapyr resistance in two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) from Australian cotton. *Exp. Appl. Acarol.* 34:315–321.

- Kamali K, M Dicke, W D Guthrie (1989) Resistance-susceptibility of maize genotypes to artificial infestations by two-spotted spider mites. *Crop Science* 29:936-938.
- Karlec, F., A. Fonseca, A. Barneche de Oliveira, U. Silva da Cunha. 2017. Development of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in different strawberry cultivars. *Rev. Bras. Frutic.* 39(1): 1-8.
- Labanowska, B.H. Susceptibility of strawberry cultivars to the two-spotted spider mite. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, Poland*, v.15, p.133–146, 2007.
- Lara, F., M. Princípios de resistência de plantas a insetos. 2.ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336p
- Lemus-Soriano, B. A., García-Barajas, J., Pérez-Aguilar D. A. y A. Romero-García. 2017. Control del ácaro de dos manchas *Tetranychus urticae* Koch (Prostigmata: Tetranychidae) con oximatrina en fresa. *Entomología Mexicana*, 314-319.
- Lourenção, A.L.; Moraes, G.J.; Passos, F.A.; Ambrosano, G.M.B.; Silva, L.V.F. Resistência de morangueiros a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil, Jaboticabal*, v.29, n.2, p.339-346, 2000.
- Mansour F, A Bar-Zur, F Abo-Moch, (1993) Resistance of maize inbred lines to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae): evaluation of antibiosis of selected lines at different growth stages. *Maydica* 38:309-311.
- Mansour F, Z Karchi, N Omari (1987) Resistance of melon to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). *Bulletin of Entomological Research* 77:603-607.
- Monteiro, L.B.; Kunh, T.M.A.; Mogor, A.F.; Silv A, E.D.B. Biology of the two- spotted spidermite on strawberry plants. *Neotropical Entomology, Londrina*, v.43, p.183–188, 2014.
- Moraes, G.J.; Flechtmann, C.H.W. *Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2008. 288 p.
- Oku, K., Yano, S. y Takafuji, A. (2006). Aceptación de la planta huésped por el ácaro fitófago *Tetranychus kanzawai* Kishida se ve afectada por la disponibilidad de un refugio en la superficie de la hoja. *Ecol Res*, 21 (3), 446-452. <https://doi.org/10.1007/s11284-005-0141-y>

- Park, YL y Lee, JH (2005). Impacto de las arañas rojas (Acari: Tetranychidae) en el crecimiento y productividad de pepinos de invernadero. *J Econ Entomol*, 98 (2), 457-463. <https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.2.457>
- Petrova, V., Cudare, Z., Steinite, I. y Laugale, V. (2000). Estudios preliminares sobre la resistencia de algunas fresas cultivares para araña roja *Tetranychus urticae*. *IOBC WPRS Bull*, 23 (11), 119-122.
- Price P., C. Bouton, P. Gross, B. McPherson, J. Thompson y A. Weis. 1980. Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 11: 41-65.
- Price, J. F., D. E. Legard, and C. K. Chandler. 2000. Mite Resistance to abamectin on strawberry and strategies for resistance management. In: Hietaranta, T., M. M. Linna, P. Palonen, and P. Parikka (eds). *Proc. 4th Int. Strawberry Symp. Acta Horticulturae* 567. pp: 683–685.
- Rezaie, M.; Saboori, A.; Baniamerie, V.; Allahyari, H. Susceptibility of *Tetranychus uticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on seven strawberry cultivars. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, Sher-e-Bangla, v.4, n.9, p.2455-2463, 2013
- Sato, M.E.; Silva, M.Z.; Silva, R.B.; Souza Filho, M.F.; Raga, A. Monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae) a abamectin e fenpyroxymate em diversas culturas no Estado de São Paulo. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.76, n.2, p.217- 223, 2009.
- Steinite, I.; Ievinsh, G. Possible role of trichomes in resistance of strawberry cultivars against spider mite. *Acta Universitatis Latviensis*, Riga, v.662, p.59-65, 2003.
- Stumpf, N., and R. Nauen. 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pesticide Biochem. Physiol.* 72: 111–121.
- Watanabe, M.A.; Moraes, G.J.; Gastaldo Jr, I.; Nicolella, G. Controle biológico do ácaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em cultura de pepino e morango. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.51, p.75- 81, 1994. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sa/v51n1/12.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2015.
- Wold, SJ y Hutchison, WD (2003). Resistencia varietal a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en Minnesota fresas y control con bifentrina. *J Entomol Sci*, 38 (4), 692-695.

## **EFECTO DE ELICITORES EN EL DESARROLLO DE PLANTULAS DE BROCOLI (*Brassica oleracea L*)**

Emmanuel Rodríguez Alvarado<sup>1</sup>, Luis Patricio Guevara Acevedo<sup>2</sup>, Daniel Rodríguez Mercado<sup>2</sup>,  
Silvano Ochoa Galaz<sup>2</sup>, Ricardo Yáñez López<sup>2</sup>, Alejandro Guzmán Zazueta<sup>2</sup>, Julio Cesar León  
Vargas<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [lpguevara@itroque.edu.mx](mailto:lpguevara@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto de 3 distintos elicitors en el desarrollo de plántulas de brócoli. Para ello se realizaron aplicaciones de Ácido salicílico (AS), quitosan y peróxido de hidrogeno, cada uno a 3 diferentes concentraciones, realizándose la aplicación de los tratamientos a los 8 días posteriores a la germinación para ello se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones y cada unidad experimental consistió en una planta, se hicieron aplicaciones una vez a la semana durante tres semanas; y se muestreo dos veces semanalmente durante tres semanas las variables de estudio (longitud total de la planta, longitud de tallo, longitud de raíz y diámetro de tallo). Obteniendo como resultados que el tratamiento a base de quitosan a la concentración de  $1 \mu\text{g mL}^{-1}$  logró generar las plantas con mayor altura (13.3483), igualmente, el quitosan pero a la concentración de  $67 \mu\text{g mL}^{-1}$  produjo las plantas con la raíz de mayor longitud (6.9883); en cuanto a la longitud del tallo el tratamiento con peróxido de hidrogeno a 1.8 mM de concentración obtuvo tallos con una longitud de 1.8333 en promedio, siendo el único tratamiento que logró superar al testigo. Por ultimo el tratamiento a base de Ácido Salicílico (AS) a la concentración de 10 mM produjo las plantas con el mayor diámetro de tallo (1.2885).

**Palabras clave:** *Ácido salicílico, quitosan, peróxido de hidrogeno.*

## **ABSTRACT**

The objective of this investigation was to study the effect of 3 different elicitors on the development of broccoli seedlings. For it, salicylic acid (AS), chitosan and hydrogen peroxide applications were made, each one at 3 different concentrations, the treatments being applied at 8 days after germination, for this a completely randomized design with 10 repetitions was used and each experimental unit consisted of a plant, applications were made once a week for three weeks; and the study variables were sampled twice weekly for three weeks (total plant length, stem length, root length and stem diameter). Obtaining as results that the treatment based on chitosan at the concentration of 1  $\mu\text{g mL}^{-1}$  managed to generate the plants with greater height (13.3483), likewise, chitosan but at the concentration of 67  $\mu\text{g mL}^{-1}$  produced the plants with the root of greater length (6.9883); As for the length of the stem, the treatment with hydrogen peroxide at 1.8 mM concentration obtained stems with a length of 1.8333 on average, being the only treatment that managed to overcome the control. Finally, the treatment based on Salicylic Acid (AS) at a concentration of 10 mM produced the plants with the largest stem diameter (1,285).

*Keywords: Salicylic acid, chitosan, hydrogen peroxide.*

## **INTRODUCCIÓN**

El brócoli es una de las hortalizas más importantes en México ya que un 80 % de su producción está destinada a exportación (SIAP, 2017a), donde el 97% de las exportaciones mexicanas de este vegetal tiene como destino Estados Unidos seguido de Canadá, además de países europeos como Reino Unido, Alemania, Francia, Holanda y Bélgica (SIAP, 2018a); para el año 2017 el país comercializó poco más de 374 mil toneladas y por las que obtuvo un ingreso de 408 millones de dólares, por lo que este cultivo representa una importante fuente de divisas y significativos beneficios para los productores (Bújanos *et al.*, 2013). Siendo los estados de Guanajuato, Jalisco, Michoacán y Puebla los principales estados productores, aportando un 90% de la producción total en el país (SIAP, 2017b), donde el estado de Guanajuato aportó 64.2% de la producción a nivel nacional, (SIAP, 2018b). En la actualidad existe una creciente necesidad mundial de producción de alimentos, debido a su escasez en determinadas zonas geográficas y a los incrementos de los precios y costos de producción que resultan prohibitivos para muchos países. Una gran parte de los agroquímicos que se utilizan actualmente tienen altos precios en el mercado, lo que contribuye a

los altos costos de producción agrícola. En adición, todavía la mayor parte de los químicos que se utilizan para la protección de los cultivos contra sus enfermedades y algunos que incrementan la eficiencia productiva, son considerados agentes contaminantes del suelo, de los propios cultivos, de la biodiversidad y causantes de enfermedades en animales y humanos (Falcón A. *et al.*, 2015). En la búsqueda de remediar esta situación, en alguna extensión, el hombre ha venido actuando sobre las diferentes fuentes del problema, tratando de aplicar correctivos tanto en el control del crecimiento poblacional como en el aumento de la producción de alimentos (Larez *et al.*, 2019). El uso de elicitores biorreguladores del crecimiento es una práctica para mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos (Latimer, 1992). Estos compuestos pueden promover el enraizamiento, la floración, el amarre y crecimiento de frutos, la abscisión de hojas y frutos, (Nickell, 1988), además, participan en la germinación de semillas, crecimiento celular, respiración, cierre de estomas, expresión de genes asociados a senescencia, repuestas a estrés abiótico y de forma esencial en la termogénesis, así como en la resistencia a enfermedades (Raskin, 1992; Métraux y Raskin, 1993; Humphreys y Chapple, 2002; Vlot *et al.*, 2009). Las plantas tratadas con elicitores generalmente desarrollan resistencia en el hospedero, debido a que la aplicación de estos sobre la superficie de la planta activa múltiples vías de señalización de defensa intracelular (Odjacova y Hadjiivanova, 2001). Este método de resistencia inducida por elicitores se caracteriza primordialmente por las ventajas que presenta: A) Seguridad ecológica, ya que el método se basa en la inducción del potencial natural inmunológico de la planta hospedera y no en la supresión de fitopatógenos. B) Tiene un efecto sistémico y prolongado. C) Participación de múltiples sistemas de defensa en la resistencia inducida, lo que hace la adaptación de los patógenos a especies protegidas, casi imposible. D) Inducción de resistencia no específica para diversos patógenos como hongos, bacterias, virus, nematodos, etc., (Ozeretskoykaya y Vasyukova, 2002; Zhao *et al.*, 2005). Por tal motivo el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de 3 elicitores en el desarrollo de plántulas de brócoli.

## **MATERIALES Y METODOS**

La presente investigación se realizó en la empresa Agro Vida, ubicados en Rancho Ramírez s/n en la Colonia del Bosque, Celaya Guanajuato; con coordenadas, 20°29'57.2" Latitud Norte, 100°47'57.9" Longitud Oeste., en un invernadero de 12 m de ancho por 90 m de largo

Para la siembra del material en estudio se utilizaron charolas de 338 cavidades con una capacidad de 7.5 mL. Las charolas previamente fueron desinfectadas con formol al 38% y escurridas por 24 h. El sustrato utilizado fue Professional Growing Mix (Sungro®) y perlita en relación de 2:1 y para cubrir la semilla ya emergida se utilizó vermiculita.

El llenado de charolas se realizó manualmente con una mezcla de peat moss con perlita y retirando el excedente con una tabla y cuidando que las orillas estén correctamente llenas, para estibarlas y se marcaron con un rodillo y se comprimió la tierra de cada uno de los orificios con un rodillo de plástico de la medida de las charolas utilizadas.

La siembra se realizó de manera manual con una varilla de metal que tiene cavidades del mismo tamaño que las de la semilla, esta se llena de la semilla y luego se vierte en la charola, ya que el número de cavidades de la varilla y el número de cavidades de la charola a lo largo es el mismo. Posterior a la siembra se estibarón las charolas de 50 en 50, se mojaron con agua y se les aplicó Kaisen® (metamidofos) para evitar que las hormigas dañaran la semilla. A los dos días que la semilla había emergido se destaparon y desestibarón las charolas y se comenzaron a tapar con vermiculita. Posteriormente, se llevaron al invernadero acomodándose de 32 charolas por cada carril y ligero.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados a plántulas de brócoli (*Brassica oleracea L*)

No. Trat	Tratamiento	Dosis
1	Ácido Salicílico	10 Mm
2	Ácido Salicílico	6.7 Mm
3	Ácido Salicílico	1 Mm
4	Quitosan	1 µg L <sup>-1</sup>
5	Quitosan	67 µg L <sup>-1</sup>
6	Quitosan	100 µg L <sup>-1</sup>
7	Peróxido de Hidrogeno	0.6 Mm
8	Peróxido de Hidrogeno	1.4 Mm
9	Peróxido de Hidrogeno	1.8 mM
10	Testigo	--

A los 8 días posteriores a la germinación se aplicaron los tratamientos (Cuadro 1), para ello se utilizó un diseño completamente al azar con 10 repeticiones y cada unidad experimental consistió en una planta. Para la aplicación de los tratamientos se utilizó una aspersora manual de 1.0 L (Trupper®) se sacaron del invernadero y se colocaron en los pasillos de los invernaderos para las

aplicaciones, después se procedió a colocarlas nuevamente en el invernadero, se hicieron aplicaciones una vez a la semana durante tres semanas.

Los riegos se aplicaron diariamente variando la cantidad de agua suministrada a las plantas de acuerdo a las condiciones climáticas presentadas durante el día; se aplicaron 4 riegos diarios más la fertilización que era suministrada por medio del sistema de riego.

### **Medición de Variables**

Se muestreo dos veces semanalmente durante tres semanas, para ello se seleccionaron 10 plantas por unidad experimental, se humedeció cada charola, para poder sacar cada planta, se lavó con agua corriente el cepellón para así quitarle todo el sustrato y dejarla limpia y se procedió a medir: longitud total de la planta, longitud de tallo, longitud de raíz y diámetro de tallo. La longitud total de planta se midió desde el ápice de la parte superior de la planta hasta el extremo contrario es decir el punto final de crecimiento de la raíz, esto se realizó con una regla graduada de 30 cm. La **longitud de tallo** se midió desde el primer nudo hasta el cuello del tallo estas mediciones se realizaron con una regla graduada de 30 cm. La **longitud de raíz** se midió la raíz desde el cuello del tallo hasta el extremo distal de la raíz, con una regla graduada de 30 cm (Baco®). El **diámetro de tallo** se midió con un vernier digital (Truper®) en la parte media del tallo

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los tratamientos de elicitors aplicados en las plántulas de brócoli observaron efecto significativo ( $p \leq 0.01$ ) en la longitud de tallo y en las otras variables evaluadas no observaron efecto.

Como puede observarse en la Cuadro 1 los tratamientos en estudio no generaron una variación significativa en cuanto a altura de planta se refiere, puesto que el rango de altura de planta oscila entre los 12.5683 (tratamiento 1: AS.  $10^{-4}$ nM) y los 13.3483 (tratamiento 4: Quit.  $1 \mu\text{g mL L}^{-1}$ ), que fueron los que presentaron menor y mayor altura de planta, respectivamente. A su vez, el tratamiento que logró obtener una mayor longitud del tallo fue el tratamiento 9 (Peroxido de hidrogeno 1.8 mM) con una longitud de 1.8333 cm. superando al testigo en un 0.45; mientras que el tratamiento 1 (AS.  $10^{-4}$ mM) presentó una longitud de 1.4733 cm., siendo este último el tratamiento con la menor longitud de tallo y siendo inferior en un 19.6367% al tratamiento con la mayor longitud, inclusive siendo superado por el control en un 19.27%. Por otro lado, el tratamiento 5 (Quit.  $67 \mu\text{g mL L}^{-1}$ ) generó las plantas con la mayor longitud de raíz con 6.9883,

mientras que el tratamiento 1 (AS.  $10^{-4}$ mM) solo generó una longitud de raíz de 6.4917 cm, siendo un 7.1062 % inferior con respecto al tratamiento 5. El mayor diámetro de tallo (1.2885) se obtuvo mediante el tratamiento 2 (AS:  $10^{-5}$  mM), siendo superior en un 3.8416% que el testigo, que fue el que obtuvo tallo con un menor diámetro (1.2390).

El ácido salicílico (AS) desempeña un papel importante en regular el crecimiento de las plantas (Fariduddin *et al.*, 2003; Larqué-Saavedra y Martín-Mex, 2007; Najafian *et al.*, 2009). Los mismos autores mencionan que el AS tiene un efecto sobre el aumento en el porte de las plantas y en el área foliar. Gutiérrez-Coronado *et al.* (1998) reportan que el AS influye positivamente sobre el desarrollo en raíz en plantas de soya.

En el presente experimento, las plantas tratadas con las 3 concentraciones de AS. se encontraron superadas por el testigo en la longitud del tallo; difiriendo con Larqué-Saavedra *et al.* (2010) quienes reportan que la longitud de tallo en plántulas de tomate incrementó significativamente por el efecto del AS con las concentraciones de 1.0 mM y de 0.01 mM incrementando en un 43% y 18%, respectivamente, en comparación con el control. Por otro lado, las mismas 3 concentraciones lograron superar al control de acuerdo al diámetro del tallo; siendo la concentración de 6.7 mM la que obtuvo el mayor diámetro de tallo, superando al testigo en un 3.93%, mientras que la concentración de 1 mM obtuvo los mejores resultados no solo en longitud de tallo (1.655), sino también en longitud de raíz (6.9617) y en altura de planta (13.2167), con respecto a las otras dos concentraciones de AS. Esto hace referencia a lo dicho por Sánchez-Chávez *et al.* (2011) quienes dicen que el AS a las concentraciones adecuadas tiene un efecto positivo en mejorar e incrementar la biomasa en raíz y foliar. Al igual que Villanueva-Couoh *et al.* (2009) quienes obtuvieron incrementos significativos en la producción de biomasa en plantas de crisantemo.

Cuadro 1. Efecto de los tratamientos con elicitores y su combinación en altura de planta, longitud de tallo, longitud de raíz y diámetro de tallo de plántulas de brócoli.

No. Trat	Trat.	Dosis	Altura de Planta		Longitud de Tallo		Longitud de Raíz		Diámetro de Tallo (mm)	
1	AS.	10 <sup>-4</sup> mM	12.5683	<b>a</b>	1.4733	<b>F</b>	6.4917	<b>a</b>	1.2810	<b>A</b>
2	AS.	10 <sup>-5</sup> mM	13.1867	<b>a</b>	1.5766	<b>f e</b>	6.9400	<b>a</b>	1.2885	<b>A</b>
3	AS.	10 <sup>-6</sup> mM	13.2167	<b>a</b>	1.6550	<b>d e</b>	6.9617	<b>a</b>	1.2841	<b>A</b>
4	Quit.	1 µg mL L <sup>-1</sup>	13.3483	<b>a</b>	1.7116	<b>c d</b>	6.7383	<b>a</b>	1.2651	<b>A</b>
5	Quit.	67 µg mL L <sup>-1</sup>	13.3100	<b>a</b>	1.5983	<b>E</b>	6.9883	<b>a</b>	1.2478	<b>A</b>
6	Quit.	100 µg mL L <sup>-1</sup>	13.1817	<b>a</b>	1.7783	<b>a b c</b>	6.8950	<b>a</b>	1.2683	<b>A</b>
7	Per. de H.	0.6 mM	13.1467	<b>a</b>	1.7233	<b>b c d</b>	6.7383	<b>a</b>	1.2771	<b>A</b>
8	Per. de H.	1.4 mM	12.7550	<b>a</b>	1.7483	<b>a b c d</b>	6.5067	<b>a</b>	1.2780	<b>A</b>
9	Per. de H.	1.8 mM	13.2733	<b>a</b>	1.8333	<b>A</b>	6.8333	<b>a</b>	1.2878	<b>A</b>
10	Testigo	--	13.1850	<b>a</b>	1.8250	<b>a b</b>	6.5550	<b>a</b>	1.2390	<b>A</b>

A si mismo, la concentración de AS de 10 mM fue superada en longitud de raíz y altura de planta por el testigo en un 0.96% y 4.67%, respectivamente, además de que este mismo tratamiento obtuvo menores resultados que el testigo en cuanto a longitud de tallo. Esto difiere con los datos reportados por Sánchez-Chávez *et al.* (2011) quienes trabajaron con plantas de chile y reportan que las plantas tratadas con 0.1 y 0.2 mM de AS presentaron la máxima producción de biomasa en raíz y foliar, con incrementos de 43 y 36% respectivamente; además, los mismos autores mencionan que en relación a las plantas del testigo, con 0.1 y 0. Por otro lado, Gutiérrez *et al.* (1998) observaron incrementos significativos del cien por ciento en el crecimiento de planta y raíces en plantas de soya cv. Cajeme, siendo superiores a los resultados obtenidos en esta investigación.

El testigo logro superar a los 3 tratamientos a base de quitosan (1 µg mL L<sup>-1</sup>, 6.7 µg mL L<sup>-1</sup> y 100 µg mL L<sup>-1</sup>) en longitud de tallo, en un 6.21, 12.42 y 2.56%, respectivamente; además, las plantas tratadas con quitosan (100 µg mL L<sup>-1</sup>) fue superada por el testigo en un 0.025% en cuanto altura de planta.

El testigo se notó inferior que las 3 concentraciones de quitosan (1 µg mL L<sup>-1</sup>, 67 µg mL L<sup>-1</sup> y 100 µg mL L<sup>-1</sup>) en cuanto a longitud de raíz y diámetro de tallo, siendo la concentración de 1 µg mL L<sup>-1</sup> la que logró la mayor altura de planta (13.3483), superando al testigo y a las otras 2 concentraciones de quitosan (67 µg mL L<sup>-1</sup> y 100 µg mL L<sup>-1</sup>). Mientras que las plantas tratadas con quitosan 6.7 µg mL L<sup>-1</sup> generaron la mayor longitud de raíz (6.9883), a su vez, el tratamiento de quitosan 100 µg mL L<sup>-1</sup> generó plantas con la mayor longitud (1.7783) y diámetro de tallo

(1.2683). Estos resultados hacen referencia a lo mencionado por Bhaskara *et al.*, 1999 quienes reportaron que el quitosano tiene efectos positivos en el crecimiento de las plantas (raíces, retoños y hojas) y la germinación de semillas. Además, Ramírez *et al.* (2010) mencionan que al quitosano como regulador de crecimiento, acelera la germinación de las semillas, el vigor de las plantas, y el rendimiento agrícola. Guan Y. *et al.* (2009) menciona que el quitosano estimula el desarrollo de mecanismos para una mayor captación de nutrientes nitrogenados, incluyendo el desarrollo de un mayor sistema radicular, como se ha observado en diversos cultivos tales como maíz (*Zea mays*) y calabacín (*Cucurbita pepo*), entre otros.

Según Falcón *et al.* (2004) la aplicación de diferentes dosis de quitosana estimula los procesos fisiológicos en la planta y se incrementa el tamaño de las células, lo cual hace más asimilable los nutrientes por la planta y aumenta su crecimiento y desarrollo, trayendo consigo un aumento de los rendimientos, estos autores sugieren dosis entre 300 y 600 mg ha<sup>-1</sup> para el empleo del bioestimulante del crecimiento quitosana. Algunos autores han encontrado resultados favorables en el crecimiento expresado mediante la longitud de los tallos y raíces, sus masas frescas y secas, la superficie foliar y los contenidos de clorofila en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* superstryke), destacándose en sus resultados que las mejores respuestas se manifestaron con las menores dosis de quitosano aplicadas (Sheikha *et al.* 2011).

Los tratamientos de peróxido de hidrogeno a las concentraciones de 0.6 mM y 1.4 mM fueron superadas en altura de planta por parte del testigo (13.185) en un 0.29 y 3.26%, respectivamente, siendo las plantas tratadas con peróxido de hidrogeno al 1.8 mM las que lograron una mayor altura de planta (13.27) superando tanto al testigo como a las otras dos concentraciones. Mientras que el tratamiento de peróxido de hidrogeno al 1.8 mM generó las plantas con mayor longitud de tallo (1.8333) y raíz (6.8333) y diámetro de tallo (1.2878) superando al testigo en un 0.45, 4.25 y 3.94%, respectivamente.

## **CONCLUSIÓN**

Los elicitores (ácido salicílico, quitosan y peróxido de hidrogeno) generan un efecto positivo en el desarrollo en plántulas de brócoli, a las concentraciones adecuadas, ya que los manejos de concentraciones muy altas de productos pueden llegar a ser afectar el crecimiento y desarrollo.

## LITERATURA CITADA

- Well, A. M. 2018. Resistance of diamondback moth to *Bacillus thuringiensis* subspecies in the field. In: Seminar Proc. of Global Management of Insecticide Resistance in the 90`s. September, 1992; Lake Bluff, Illinois. USA. 71-75 p.
- Bhaskara, M., J. Arul, P. Angers, y L. Couture. 1999. Chitosan treatment of seeds induces resistance to *Fusarium graminearum* and improves seed quality. J. Agric. Food Chem. 47: 1208–1216.
- Bújanos, Muñiz, R.; Marín Jarillo, A.; Díaz Espino, L. F.; Gámez, Vázquez, J.; Ávila, Perches, M. A.; Herrera, Vega, R; Dorantes González, J. R. A.; Gámez, Vázquez, F. P. (2013). Manejo Integrado De La Palomilla Dorso De Diamante *Plutella xylostella* (L.) En La Región Del Bajío, México. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias Centro De Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío Celaya, Gto., México. Folleto Técnico Núm. 27. [http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3911/CIRCE\\_010\\_20851200053062ok.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3911/CIRCE_010_20851200053062ok.pdf?sequence=1)
- Falcón, A., Cabrera, D., Ravelo, E. y Menéndez, J. (2004). Productos bioactivos: una alternativa para evadir el efecto de las altas temperaturas en la germinación del tomate. XV Forum de Ciencia y Técnica de Base, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), La Habana, Cuba, 2004, 5 p.
- Falcón Rodríguez, Alejandro B, Costales Mené, Daimy, González-Peña Fundora, Dianevys, & Nápoles García, María C. (2015). Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*, 36(Supl. 1), 111-129. Recuperado en 27 de octubre de 2019, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362015000500010&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000500010&lng=es&tlng=es).
- Guan Y, Hu J, Wang X, Shao C. (2009). “Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress”. J. Zhejiang University Science B, 10(6), 427.
- Gutiérrez-Coronado, M. A.; Trejo-López, C.; Larquésaavedra, A. 1998. Effects of salicylic acid on the growth of roots and shoots in soybean. Plant Physiol. Biochem. 36: 563-565.

- Humphreys, J.M. y C. Chapple. (2002). Rewriting the lignin roadmap. *Current Opinion in Plant Biology*. 5: 224-229.
- Lárez Velásquez C., Rojas Pirela M., Chirinos A., Rojas Avelizapa L. (2019). nuevos retos en agricultura para los biopolímeros de quitina y quitosano. Parte 1: Efectos beneficiosos para los cultivos. *Revista Iberoamericana de Polímeros y Materiales*, Volumen 20(3), 118–136. Recuperado en 27 de octubre de 2019, de <https://reviberpol.files.wordpress.com/2019/06/2019-20-3-118-136-larez-y-col-1.pdf>
- Larqué-Saavedra, Alfonso, Martín-Mex, Rodolfo, Nexticapan-Garcéz, Ángel, Vergara-Yoisura, Silvia, & Gutiérrez-Rendón, Maribel. (2010). Efecto del ácido salicílico en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16(3), 183-187. Recuperado en 29 de octubre de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2010000300006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2010000300006&lng=es&tlng=es).
- Latimer, J. G. 1992. Drought, paclobutrazol, abscisic acid, and gibberellic acid as alternatives to daminozide in tomato transplant production. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 117: 243-247.
- Métraux, J.P. y I. Raskin. (1993). Role of phenolics in plant disease resistance. In *Biotechnology in Plant Disease Control*, ed. I Chet, 11:191–209. New York: JohnWiley & Sons.
- Nickell, L. G. 1988. Plant growth regulator use in cane and sugar production. *Update. Sugar J.* 50: 7-11.
- Odjacova M, Hadjiivanova C (2001). The complexity of pathogen defense in plants. *Bulg. J. Plant. Physiol.* 27: 101-109
- Ozeretskovskaya OL, Vasyukova NI (2002). The use of elicitors for protection of cultured plants demands caution. *Appl. Biochem. Microbiol.* 38(3): 277-279.
- Ramírez Miguel Á, Rodríguez Aida T, Alfonso Luis, Peniche Carlos. Chitin and its derivatives as biopolymers with potential agricultural applications. *Bioteconología Aplicada* v.27 n. 4; (2010) 270276
- Raskin, I. 1992. Role of salicylic acid in plants. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 43: 439-463.
- Sánchez-Chávez, Esteban, Barrera-Tovar, Ricardo, Muñoz-Márquez, Ezequiel, Ojeda-Barrios, Damaris Leopoldina, & Anchondo-Nájera, Álvaro. (2011). Efecto del ácido salicílico sobre

- biomasa, actividad fotosintética, contenido nutricional y productividad del chile jalapeño. Revista Chapingo. Serie horticultura, 17(spe1), 63-68. Recuperado en 29 de octubre de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2011000400010&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000400010&lng=es&tlng=es).
- Sheikha, S.A. y Malki, F.M. Al-.(2011) “Growth and chlorophyll responses of bean plants to the chitosan applications”, European Journal of Scientific Research, vol. 50, no. 1, 2011, pp. 124–134, ISSN 1450-216X.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), (2017a). Consultada: 01 de septiembre del 2018. En: <https://www.gob.mx/siap/articulos/casi-la-totalidad-de-las-verduras-mexicanascongeladas-van-al-extranjero?idiom=es>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), (2017b). Consultado: 01 de septiembre del 2018. En: [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalCultivo](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo).
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), (2018a). Consultado: 18 de marzo de 2019 En: [https://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018](https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018)
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), (2018b). Consultado: 28 de febrero del 2019. En: <https://www.gob.mx/siap/articulos/mexico-produjo-567-mil-toneladas-de-brocoli-en-2017?idiom=es>
- Villanueva-Couoh, E., Alcántar-González, G., Sánchez-García, P., Soria-Fregoso, M., & Larque-Saavedra, A.. (2009). Efecto del ácido salicílico y dimetilsulfóxido en la floración de [*Chrysanthemum morifolium*(Ramat) Kitamura] en Yucatán. Revista Chapingo. Serie horticultura, 15(spe), 25-31. Recuperado en 29 de octubre de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1027-152X2009000400005&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2009000400005&lng=es&tlng=es).
- Vlot, A.C. Dempsey, D.A. y D.F. Klessig. (2009). Salicylic acid, a multifaceted hormone to combat disease. Annual Review of Phytopathology. 47: 177-206.
- Zhao J, Davis LC, Verporte R (2005). Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. Biotechnol. Adv. 23(4): 283-333.

## **CONTROL DE *Plutella xylostella* DE ABASOLO Y VALLE DE SANTIAGO CON EXTRACTOS ETANOLICO DE YUCA E HIGUERILLA**

Paulo Ramón Navarro-Covarrubias<sup>1</sup>; Luis Patricio Guevara-Acevedo<sup>2</sup>; Jesús Martínez-Espinosa<sup>1</sup>;  
Daniel Rodríguez-Mercado<sup>2</sup>; Alier Miguel Muñoz-Arias<sup>2</sup>; Julio Cesar León-Vargas<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto. Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: leónvargasjulio@gmail.com

### **RESUMEN**

La palomilla dorso de diamante PDD (*Plutella xylostella*) es la plaga más importante en el cultivo del brócoli ya que reduce severamente el rendimiento y la calidad de la cosecha su control se basa en insecticida sintéticos lo que provoca contaminación del medio ambiente y prejuicios a la salud. Por tal motivo se evaluaron los extractos etanolicos de higuierilla (*Ricinus communis*) y yuca (*Manihot esculenta*) en la mortalidad de la PDD bajo condiciones de laboratorio. Se realizó una colecta manual de larvas, pupas y adulto de *Plutella xylostella* en los municipios de Abasolo y Valle de Santiago, los especímenes colectados se introdujeron en cajas entomológicas para asegurar su crecimiento y su apareamiento y con la F3 se realizaron los bioensayos en el Laboratorio de Fitosanidad del Departamento de Ciencias Agropecuarias del Tecnológico Nacional de México-Roque en Celaya, Guanajuato, bajo la técnica de inmersión en hojas de brócoli con el propósito de determinar los niveles de CL<sub>50</sub> y límites de confianza. Los resultados muestran que el extracto etanolicos de yuca (*Manihot esculenta*) observó mayor eficiencia en las dos poblaciones evaluadas.

**Palabras claves:** Control alternativo, bioensayos, extractos vegetales

### **ABSTRACT**

The PDD diamond-backed pigeon (*Plutella xylostella*) is the most important pest in broccoli cultivation as it severely reduces yield and crop quality is based on synthetic insecticide which causes environmental pollution and prejudice to health. For this reason, ethanolic extracts of fig (*Ricinus communis*) and cassava (*Manihot sculenta*) were evaluated in DDA mortality under

laboratory conditions. A manual collection of larvae, pupae and adult *Plutella xylostella* was carried out in the municipalities of Abasolo and Valle de Santiago, the collected specimens were introduced in entomological boxes to ensure their growth and mating and with F3 the F3 were made the in the Plant Health Laboratory of the Department of Agricultural Sciences of the National Technological of Mexico-Roque in Celaya, Guanajuato, under the technique of immersion in broccoli leaves with the purpose of determining CL<sub>50</sub> levels and limits of Confidence. The results show that the ethanolic extract of cassava (*Manihot sculenta*) observed greater efficiency in the two populations evaluated.

**Key words:** *Alternative control, bioassays, plant extracts*

## INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales países exportadores de hortalizas frescas y congeladas, entre ellas el brócoli. En ese marco, el brócoli ha tenido un auge importante (SAGARPA, 2011) siendo países como Estados Unidos América, Japón, República de Costa Rica y Canadá los principales puntos de exportación (SIAP, 2016). En los últimos treinta años la superficie sembrada se incrementó a un ritmo de 13.8% (SAGARPA, 2011); en 2016, se cultivaron en 17 estados de la república 31,853 hectáreas siendo el estado de Guanajuato el mayor productor seguido de Puebla, Michoacán, Jalisco, Sonora y Aguascalientes. (SIAP, 2016) Mas, sin embargo, la producción de brasicáceas incluyendo el brócoli dependen y están limitadas principalmente por la incidencia de plagas (Srinivasan *et al.*, 2011), siendo *Plutella xylostella* L. La plaga de mayor importancia en el cultivo de brócoli, ya que afecta la calidad del producto debido a la contaminación por huevos, larvas y pupas que ocasionan que sea rechazado para su exportación (INIFAP, 2013). Para su control se utilizan insecticidas de bajo riesgo; sin embargo, el uso inadecuado de estos agroquímicos propicia la pérdida de su efectividad biológica en campo, y representa una amenaza al ambiente y a la salud humana, debido al aumento en dosis, incremento en la frecuencia de las aplicaciones o bien, en el uso de insecticidas sustitutos de alto riesgo (Shelton *et al.*, 1993; Talekar y Shelton, 1993; Mau y Gusukuma-Minuto, 1999, 2001; Zhao *et al.*, 2002). Ahora se exige la búsqueda de alternativas para manejar adecuadamente las plagas dentro de un contexto económico, social y ecológico (Barrera *et al.*, 2006) actualmente, el control biológico se presenta como una buena estrategia para el manejo de plagas, en cultivos tanto en campo como bajo invernaderos, esta surgió como complemento del

control químico, el cual tiene como desventaja generación de resistencia en las plagas, pérdida de biodiversidad y riesgos para la salud (Bale *et al.*, 2008). Autores como (Butter *et al.*, 1991) descubrieron que, el aceite de higuierilla al 2 y 5% reducen en un 56- 95%, respectivamente, la población de ninfas de primer instar a los seis días después de la aplicación. Ellos señalan que el aceite de higuierilla al 5% es más efectivo contra mosca blanca que el aceite de neem. La aplicación de aceite de higuierilla al 2% en poroto de invernadero reduce en un 90% la población de mosquita blanca, *T. vaporariorum*, entre el segundo y octavo día de su aplicación (Ramos, 1995). Por tal motivo el objetivo de esta investigación fue evaluar la mortalidad del tercer estadio larval de *Plutella xylostella* de poblaciones de Abasolo y Valle de Santiago con extractos etanolicos de yuca *Manihot esculenta* e higuierilla *Ricinus communis*.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Colectas e incremento de poblaciones.** Se realizaron colectas de *Plutella xylostella* en los municipios de Valle de Santiago y Abasolo, pertenecientes al estado de Guanajuato. Las colectas fueron realizadas de forma manual, recolectando larvas, pupas y adultos de *P. xylostella*; las cuales se depositaron en contenedores plásticos e introducidas en hieleras para su posterior traslado al Laboratorio de Fitosanidad del Departamento de Ciencias Agropecuarias del Tecnológico Nacional de México-Roque en Celaya, Guanajuato, y se liberaron dentro de jaulas entomológicas (0.60x0.40x0.40 m) cubiertas con tela organza y provistas previamente con plantas de brócoli de 40 días de edad. . Para asegurar el apareamiento y la ovoposición los adultos se alimentaron con 50 mL de agua azucarada.

**Elaboración de extractos etanolicos** Para la obtención de productos biorracionales se colectaron hojas frescas y tallos de plantas de higuierilla *Ricinus communis* y yuca *Manihot esculenta*, se cortaron en trozos pequeños y se colocaron en un soxhlet (Kimax®) con etanol al 70% en una proporción de 1:4 soluto: solvente por cinco ciclos (Cruz *et al.*, 2011).

**Bioensayos.** Para la evaluación de la efectividad biológica del extracto higuierilla *Ricinus communis* y yuca *Manihot esculenta* se empleó el método de inmersión (IRAC, 2017), utilizando larvas de *P. xylostella* de tercer instar. el cual consiste en sumergir círculos de 6 cm de diámetro de hoja de brócoli por 10 s en 6 concentraciones para yuca (14, 12 ,10,8,5 ppm), para higuierilla *Ricinus communis* (18,14,10,7,5 ppm) y un testigo en blanco absoluto; a cada concentración se le agregó

el 1% de adherente (Nutrix ®) y al testigo únicamente se le aplico agua y adherente, las hojas se dejaron secar sobre papel absorbente durante una hora para eliminar los excesos y se colocaron en cajas Petri, las cuales fueron acondicionadas con una almohadilla de papel absorbente a punto de saturación, dentro de cada caja se colocaron 5 larvas de tercer instar de *P. xylostella* sobre el envés de la hoja, se realizaron 2 repeticiones de 10 larvas por repetición y se mantuvieron a 30 °C, 50% HR y fotoperiodo de 16:8 h luz: oscuridad.

**Conteos de mortalidad.** Los conteos de mortalidad de las larvas se realizaron a las 48 h a partir del inicio del experimento. Como criterio de muerte los individuos se les realizo a un estímulo con un pincel en la parte dorsal, todo aquel que no respondía a dicho estimulo era considerado como muerto.

**Análisis de datos.** Con los resultados obtenidos de los bioensayos se realizó una corrección de mortalidad con la fórmula propuesta Abbott (1925). Los resultados de la corrección de mortalidad se sometieron a un Análisis Probit (Finney, 1971) para obtener la curva de respuesta concentración-mortalidad, utilizando el programa SAS system for Windows ver 9.0 (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se muestra la concentración letal Media ( $CL_{50}$ ) de los extractos etanolicos de yuca (*Manihot esculenta*) e higuierilla (*Ricinus communis*) en la mortalidad de *Plutella xylostella* bajo condiciones de laboratorio, en donde se observa que el extracto de higuierilla presento una  $CL_{50}$  de 7.085 y 18.803 ppm para las poblaciones de Abasolo y Valle de Santiago respectivamente, mientras que el extracto de yuca presento la  $CL_{50}$  de 0.826 en la poblacion obtenida de abasolo y de 1.333 ppm en la poblacion de Valle de Santiago. Lo que indica que la poblacion de Abasolo requiere de una menor  $CL_{50}$  de extracto de higuierilla *Ricinus communis* a comparacion de la poblacion de Valle de Santiago, ya que esta ultima, supera en un 165.400% a la población de Abasolo, Gto. Esta misma tendencia se presentó con el extracto de yuca *Manihot esculenta*, ya que la población de Valle de Santiago presenta una  $CL_{50}$  de 1.333 ppm superenado a la poblacion de Abasolo en un 61.304%, que presentó un  $CL_{50}$  de 0.826 ppm.

La población de Abasolo requiere una menor cantidad de extracto de yuca a comparación del extracto de higuierilla, puesto que la  $CL_{50}$  obtenida con el extracto etanolicos de higuierilla fue de

7.085 ppm siendo superior en un 857.748% con base a la CL<sub>50</sub> presentada por el extracto de yuca que fue de 0.826 ppm.

La población de Valle de Santiago requiere una mayor cantidad de extracto de higuera para el control de *P. xylostella*, en comparación que con el extracto de yuca, esto debido a que presenta CL<sub>50</sub>'s de 18.803 ppm y 1.333 ppm, respectivamente. Siendo, esta última inferior en un 1310.578% con base a la CL<sub>50</sub> del extracto de higuera.

Cuadro 1. Concentración Letal Media (CL<sub>50</sub>) de los extractos etanólicos de yuca (*Manihot esculenta*) e higuera (*Ricinus communis*) en la mortalidad de *Plutella xylostella* bajo condiciones de laboratorio.

Población	Extracto	CL <sub>50</sub> (ppm)	LFI-LFS	CL <sub>90</sub> (ppm)	Ecuaciones predicción
Abasolo	<i>Ricinus communis</i>	7.085	6.414-8.0165	19.075	y=-2.534+2.980
Valle de Santiago	<i>Ricinus communis</i>	18.803	1.089-1.384	54.074	y=-3.560+2.793
Abasolo	<i>Manihot esculenta</i>	0.826	0.697-1.269	1.477	y=-1.628+1.970
Valle de Santiago	<i>Manihot esculenta</i>	1.333	1.239-1.783	1.783	y=-3.794+2.847

LFI= Limite fiducial inferior, LFS= limite fiducial superior

La dosis letal media (CL<sub>50</sub>) obtenida para el extracto de higuera en la mortalidad de larvas de tercer instar de *P. xylostella* fue de 7.085 para Abasolo y 18.803 para Valle de Santiago estos valores son inferiores a los reportados por Soberón en 2016 quien observó una CL<sub>50</sub> de 39 ppm, mientras que, Soonwera (2011) observó valores de 0.61 ppm en *Aedes aegypti* con extracto de *C. citratus* valor inferior al observado en poblaciones de Valle de Santiago con 1.333 ppm, en ese mismo contexto, Kandaswamy (2012) reportó una CL<sub>50</sub> de 47.50 ppm en *Spodoptera frugiperda*, con extracto de *Mentha piperita* L, valor superior al reportado en la mortalidad de las poblaciones de Abasolo y Valle de Santiago con extractos etanólicos de yuca e higuera.

## CONCLUSIÓN

El extracto etanólico de higuera (*Ricinus communis*) presenta una mayor eficacia en el control de palomilla dorso *Plutella xylostella* de diamante en las poblaciones de Abasolo al observar menor CL<sub>50</sub> en comparación con el extracto de yuca (*Manihot esculenta*), caso contrario se observó con la población de Abasolo.

## LITERATURA CITADA

- Barrera Urzúa, R., Bujanos Muñiz, R., Rodríguez Maciel, J. C., Mora Aguilera, G., & Martínez Téllez, M. Á. (2006). Susceptibilidad a insecticidas en poblaciones de *Plutella xylostella* . (Lepidoptera: Plutellidae) del estado de Guanajuato, México. *Agrociencia*, 40(3).
- Bújanos, Muñiz, et al. (2013.) Manejo Integrado de la Palomilla Dorso de Diamante *Plutella xylostella* (L.) En La Región Del Bajío, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío Celaya, Gto., México. Folleto Técnico Núm. 27.
- Fathi, S.A.A., Bozorg-Amirkalae, M., Sarfaraz, R.M., 2011. Preference and performance of *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae) on canola cultivars. *J. Pest Sci.* 84, 41e47
- INIFAP, 2013. Producción de brócoli en el Bajío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Centro de Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío Celaya, Gto., México.
- Álvaro Celis, Cristina Mendoza F. y Marco Eduardo Pachón. Recibido para evaluación: Noviembre 5 de 2008 - Aceptado para publicación: Mayo 13 de 2009
- Kandaswamy K., Sengottayan Senthil-Nathan., y Arunachalam G. M. 2011. Biological activity of selected Lamiaceae and Zingiberaceae plant essential oils against the dengue vector *Aedes aegypti* L. (Diptera: *Culicidae*). *Parasitology Research* (110):1261–1268 pp

## **ANTIBIOSIS DE ROSAL AL ÁCARO DE DOS MANCHAS *Tetranychus urticae* KOCH (ACARINA: TETRANYCHIDAE)**

Luis Patricio Guevara-Acevedo<sup>1§</sup>; Bertha María Sánchez-García<sup>2</sup>; Julio Cesar León-Vargas<sup>1</sup>; Ricardo Yáñez-López<sup>1</sup>; Daniel Rodríguez-Mercado<sup>1</sup>; Hugo Cesar Cisneros-López<sup>1</sup>; Alejandro Guzmán-Zazueta<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto. <sup>2</sup>Estudiante de Doctorado en Ciencias en Producción Agroalimentaria. Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto.

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: lpguevara@itroque.edu.mx

### **RESUMEN**

El objetivo de este trabajo fue evaluar la resistencia de 10 variedades de rosal a *Tetranychus urticae* Koch, para ello se plantaron 5 de cada variedad de rosal: Amarilla Latina, Amarilla Golden Star, Rosa Mexicano, Pecuvo Rosa, Red Alfa Rosa, Roxal Bacara Rosa, Fridol Rosa, Has Lauder Combinada, Samuray Rosa y Royalty en bolsas plásticas de una capacidad de 7 L, y se estableció una colonia madre de *T. urticae*, de colectas en cultivos comerciales de rosal y mantenidas en plantas de frijol en una cámara bioclimática ubicada en el departamento de Parasitología con condiciones de 28 + 2 ° C, 60-70 HR y un fotoperiodo 12:12 horas luz oscuridad. Se etiquetaron hojas de las variedades en estudio, esto se realizó cuando la planta presentaba la hoja totalmente separada del tallo con una coloración rojiza. Cuando las plantas presentaron el octavo nudo se cortó una hoja por planta, de cada hoja se cortó un cuadro de 1 cm<sup>2</sup> de un foliolo por hoja por planta y colocados en cajas de Petri provistas de algodón saturado con agua destilada, inmediatamente después se transfirieron diez hembras de la colonia madre haciendo un total de 50 hembras por material en estudio. Las cajas de Petri fueron colocadas en las mismas condiciones que la colonia madre. Los registros de las hembras vivas, muertas y repelidas, así como los datos de oviposición, fueron tomados por un periodo de cuatro días. Con los resultados de los porcentajes obtenidos para hembras vivas, muertas, repelidas y H/H/D fueron sometidos a una transformación angular y posteriormente a un análisis de varianza (ANOVA) con un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, cuando el ANOVA indicó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Duncan (p≤0.05) para la separación de medias. Para cada uno de los análisis se utilizó el programa Statistica 6.0.

Los resultados muestran que la variedad Royalty presento mayor resistencia a *Tetranychus urticae* Koch en base a la antibiosis mostrada.

## INTRODUCCIÓN

En México, la superficie sembrada con diversas variedades de flores es de 15 mil hectáreas, en las cuales se producen cerca de 83 mil toneladas de flores. El 80% de la producción nacional se destina al consumo interno y el 20% al mercado de exportación principalmente a los Estados Unidos, siendo la rosa la principal flor de exportación, que mostró un valor de 10 millones de dólares americanos (SIAP, 2018). Entre las rosas de flor grande y tallos largos, la variedad Royalty, Samantha, Red Success, Visa y Vega, son las preferidas por los consumidores (Cabrera y Orozco, 2012). La principal plaga del rosal es el ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae), causando daños en las hojas que consiste en la remoción del contenido celular de los cloroplastos lo que impide que se lleve a cabo la fotosíntesis (Jeppson *et al.*, 1975), también causa daño en la reducción del tallo, como lo reportan Landeros *et al.* (2004) quienes mencionan que a densidades entre 10 y 50 ácaros por hoja causan una reducción entre el 17 y 26%, además de una reducción de la calidad de la flor en un 6 y 17% en la longitud del botón floral en relación al testigo.

El control de *T. urticae* en la mayoría de los cultivos, se realiza casi exclusivamente con agroquímicos (Takematsu *et al.*, 1994). Sin embargo, el mayor problema que se enfrenta con el control químico de este ácaro es su rápida habilidad para desarrollar resistencia después de unas pocas generaciones (Stumpf *et al.*, 2001; Stumpf y Nauen, 2002). La resistencia desarrollada por el ácaro *T. urticae* está demostrada a nivel mundial, donde los casos reportados superan los 200 (Konanz y Nauen, 2004). Una herramienta para el control de *T. urticae* en este cultivo, lo constituye el uso de variedades de plantas resistentes (Tadmor *et al.*, 1999), Las que pueden reducir la velocidad de la tasa de incremento de las poblaciones de ácaros o incrementar la habilidad de la planta para tolerar el ataque de estos (Archer *et al.*, 1990), esta resistencia genética ha sido reportada en muchos cultivos (Flexner *et al.*, 1991).

Lograr plantas resistentes a las plagas, es una forma adecuada de contribuir para una mejor producción, ello se traduce en una menor destrucción de las plantas y ahorro en la aplicación de los métodos de control, por un lado, hay disminución de costos y por otro se mejora la calidad de

la producción con los consiguientes beneficios económicos (Salazar, 1983). Existen mecanismos de resistencia de plantas al ataque de insectos y ácaros en cualquier cultivo, como son: la no-preferencia (antixenosis), la tolerancia y la antibiosis o una combinación de estos (Granados y Paliwal, 2008). La determinación de la antibiosis mejora considerablemente la velocidad y confiabilidad de las selecciones de plantas con resistencia a insectos ya que determina los efectos adversos a la vida de insectos y/o ácaros que ocurren cuando estos utilizan una variedad o especie de planta hospedante para su alimentación, que se pueden observar en la reducción de la fecundidad, menor tamaño, vida anormal y mayor mortalidad (Davis y Wiseman, 1989). Para determinar los mecanismos de resistencia al ataque de insectos y ácaros existentes en cualquier cultivar, puede ser posible a través de experimentos diseñados adecuadamente, con ello se puede saber si la no-preferencia, antixenosis, la tolerancia la antibiosis o la combinación de algunos de estos mecanismos puede ser responsable a la resistencia encontrada (Painter, 1951). Por otro lado, el compuesto químico o la característica morfológica de la planta responsables por esa resistencia, requieren el análisis de miles de plantas (Granados y Paliwal, 2001). A eso se debe que el mejoramiento para resistencia a los insectos es más complejo a causa de la naturaleza agresiva y polífaga de los insectos, la determinación de la antibiosis mejora considerablemente la velocidad y confiabilidad, sobre todo la repetitividad de las selecciones para la resistencia a insectos (Davis, *et al.*, 1989). Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue evaluar la resistencia de 10 variedades de rosas a *Tetranychus urticae* Koch

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se estableció una colonia madre de *T. urticae*, de colectas en cultivos comerciales de rosas y mantenidas en plantas de frijol en una cámara bioclimática con condiciones de  $28 \pm 2^\circ \text{C}$ , 60-70 HR y un fotoperiodo 12:12 horas luz oscuridad. Se trasplantaron 10 variedades diferentes de rosas en bolsas plásticas de una capacidad de 7 L. utilizando un sustrato compuesto de arena, hojarasca y tierra (3:3:3). Cada material de estudio fue representado por cinco plantas. Se etiquetaron hojas de las variedades en estudio de rosas, esto se realizó cuando la planta presentaba la hoja totalmente separada del tallo con una coloración rojiza y se anotó la fecha de ese día, esto con la finalidad de tener hojas de la misma edad.

Cuando las plantas presentaron el octavo nudo se cortó una hoja por planta, de cada hoja se cortó un cuadro de 1 cm<sup>2</sup> de un foliolo por hoja por planta y colocados por el haz en cajas de Petri provistas de algodón saturado con agua destilada, inmediatamente después se transfirieron diez hembras de la colonia madre mediante un pincel de pelo de camello 000 haciendo un total de 50 hembras por material en estudio. Las cajas de Petri fueron colocadas en las mismas condiciones que la colonia madre. Los registros de las hembras vivas, muertas y repelidas, así como los datos de oviposición, fueron tomados por un periodo de cuatro días, tomando los ácaros hembra encontradas en el algodón como repelidas. El periodo de cuatro días de observación se determinó a resultados de experimentos previos, que muestran que los ácaros bajo esas mismas condiciones tienen bajos cambios de oviposición después de los 4 días de la infestación (Mansour *et al.*, 1987). Con los resultados de los porcentajes obtenidos para hembras vivas, muertas, repelidas y H/H/D fueron sometidos a una transformación angular y posteriormente a un análisis de varianza (ANOVA) con un diseño completamente al azar con cinco repeticiones, cuando el ANOVA indicó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Duncan ( $p \leq 0.05$ ) para la separación de medias. Para cada uno de los análisis se utilizó el programa Statistica 6.0.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

La antibiosis de diez variedades de rosal al ácaro de dos manchas fue evaluada en la etapa de la hoja del octavo nudo. En cada una de las variables estudiadas, el porcentaje de hembras vivas (vivos), muertas (muertos), repelidas (repelidos) y huevos por hembra por día (HHD) se observaron diferencias significativas entre los materiales en estudio (Cuadro 1).

Las variedades con mayores porcentajes de supervivencia fueron Roxal Bacara Rosa, Amarilla Golden Star, Amarilla Latina y Pecuvo Rosa con 76.50, 74.00, 68.50 y 66.50 % respectivamente, como se puede observar estas variedades superan el 60% de supervivencia de las hembras expuestas; mientras que, las variedades que resultaron ser menos adecuados para el desarrollo poblacional del ácaro fueron Royalty, Fridol Rosa, Has Lauder Combinada con 48.00, 51.50 y 52.50 % de supervivencia. Como se puede observar la variedad Royalty reduce más de 1.54 veces la supervivencia en comparación con la variedad Roxal Bacara Rosa.

En relación a la mortalidad se observaron diferencias significativas, los tratamientos 10 (Royalty), 7 (Fridol Rosa), 8 (Has Lauder Combinada) y 9 (Samuray Rosa) registraron los porcentajes de mortalidad más alto con 51.50, 46.50, 46.50 y 45.50 % respectivamente y los que afectaron en menor grado la mortalidad de *T. urticae* fueron los tratamientos 6 (Roxal Bacara Rosa), 2 (Amarilla Golden Star) y 1 (Amarilla Latina) con 21.00, 26.00 y 27.00% respectivamente.

En relación a el porcentaje de supervivencia y de mortalidad de *T. urticae*, se observa que la variedad Royalty es la que mayor efecto tiene sobre estas variables, al presentar una menor supervivencia (48.00%) y por ende una mayor mortalidad (51.50%) en comparación con las otras variedades en estudio, la resistencia de esta variedad puede deberse a la producción de metabolitos secundarios. Hare y Andreadis (1983), Ramoska & Todd (1985), Reichelderfer (1991) y Schultz & Keating (1991) afirman que la química de la planta hospedera puede afectar negativamente la mortalidad de los insectos. Algunas de estas sustancias inhiben el crecimiento y desarrollo de los insectos, mientras que otras interfieren en las actividades proteolíticas y aminolíticas, provocando una reducción o dificultad en la digestibilidad (repelentes alimentarios) (Mendoza *et al.*, 1993)

Cuadro 1. Porcentaje de supervivencia Pr > F (<0.0010), Vivos (11.5465\*\*), mortalidad, Pr > F (<1.7046), Muertos (0.1199\*), repelencia Pr > F (<1.8307), Repelidos (0.0924\*\*) y Oviposición diaria Pr > F (<0.0010), HHD (4.0124\*\*) de hembras de *Tetranychus urticae* Koch en 10 variedades de rosal en etapa de la octavo nudo de crecimiento. Las medias fueron tomadas a 4 días de la infestación en cuadrados de 1 cm<sup>2</sup> (10 hembras/cuadrado).

Trat <sup>w</sup>	Variedades <sup>x</sup>	Vivos <sup>y</sup>	Muertos <sup>y</sup>	Repelidos <sup>x</sup>	H/H/D <sup>y</sup>	% Dif <sup>z</sup>
1	Amarilla Latina	68.50±2.254* abc	27.00±2.02 ab	4.927±0.686 ab	3.500±53.419 cd	7.992
2	Amarilla Golden Star	74.00±2.303* Ab	26.00±2.303 ab	5.058±0.000 ab	3.804±49.237 d	0
3	Rosa Mexicano	68.50±2.254* abc	38.00±1.399 abc	6.104±0.489 abc	2.968±59.595 bcd	21.977
4	Pecuvo Rosa	66.50±2.110* abc	33.00±2.080 abc	5.700±0.224 abc	3.360±50.387 bcd	11.672
5	Red Alfa Rosa	58.50±1.461* abc	42.00±1.908 abc	6.386±0.410 bc	2.370±42.891 bc	37.697
6	Roxal Bacara Rosa	76.50±1.387* A	21.00±1.447 a	4.498±0.550 a	3.678±57.507 d	3.312
7	Fridol Rosa	51.50±2.134* Bc	46.50±2.159 bc	6.746±0.523 bc	2.654±55.412 bcd	30.231
8	Has Lauder Combinada	52.50±2.197* Bc	46.50±2.277 bc	6.738±0.447 bc	2.786±49.947 bcd	26.761
9	Samuray Rosa	53.50±2.907* abc	45.50±2.982 bc	6.434±0.308 bc	2.258±79.268 b	40.641
10	Royalty	48.00±3.473* C	51.50±3.528 c	6.906±0.224 c	0.922±15.882 a	75.762

<sup>w</sup>Tratamiento, <sup>x</sup>Listado en orden descendiente de las variedades más susceptibles a las más resistentes, <sup>y</sup>Columnas separadas por Duncan (p ≤0.05), <sup>z</sup>Desviación estándar, <sup>y</sup>Huevos/Hembra/Día (columnas separadas por Duncan, p

$\leq 0.05$ ), \*Desviación estándar, <sup>2</sup>Porcentaje de diferencia en comparación con el material más susceptible =  $(100 * (\text{HHD Amarilla Golden Star} - \text{HDD línea})) / \text{H/D/H Amarilla Golden Star}$

En referencia a la repelencia de las variedades de rosal al ácaro de dos manchas se observaron diferencias significativas, el tratamiento que presentó el porcentaje mayor fue en el tratamiento 10 (Royalty) con 6.90 y el de menor grado fue el tratamiento 6 (Roxal Bacara Rosa) con 4.49%.

En relación a la oviposición diaria (HHD), la variedad Royalty presentó los valores más bajos con un 0.922 en promedio y por lo mismo es considerado como el híbrido más adverso para el desarrollo de ácaro, ya que la selección para la resistencia al ácaro de dos manchas y otras plagas está restringida principalmente para evaluar el efecto de la planta en la oviposición (Painter, 1951, De Ponti, 1985; Mansour *et al.*, 1993); mientras que la variedad Amarilla Golden Star se consideró el material más susceptible al presentar los valores más altos de huevos/hembra/día con 3.80.

Para este estudio todas las variedades reducen HHD en comparación al material Amarilla Golden Star. Las variedades con mayores porcentajes de oviposición fueron Amarilla Golden Star y Roxal Bacara Rosa con 3.80 y 3.67 respectivamente, mientras que en los materiales en los que se registró menor ovipostura fueron Royalty y Samuray Rosa con 0.92 y 2.25 respectivamente. Las diferencias en porcentaje con respecto al Amarilla Golden Star para estos últimos fue mayor al 40% con 75.76 y 40.64% respectivamente. Estos resultados son menores a los reportados por Tello *et al.* (2009) quienes en un experimento con *T. cinnabarinus* en hojas de clavel (*Dianthus caryophyllus*) observaron valores de 3.92 HHD.

El efecto del hospedero en la oviposición de los herbívoros es una de las características de especialización, ya sea por el incremento de la eficiencia en la eliminación de sustancias nocivas de la planta, menor exposición a los depredadores o simplemente por escape (Whittaker y Feeny, 1971; Smiley, 1978; Jaenike, 1990).

La variedad Royalty presentó los valores más bajos de HHD con 0.92 por lo que se considera el material más resistente a *T. urticae*. Este valor es inferior al observado en tomate para un híbrido resistente (Punjab Chhaura) con 5.2 y al tolerante (WDTUR-73) con 1.46 H/H/D (Saeidi y Baharath, 2006); y superior a 0.2 HHD reportados en maíz por Tadmor *et al.* (1999) en una línea endogámica para *T. cinnabarinus*.

El efecto de resistencia de las variedades en este estudio se observó en el comportamiento del insecto (antixenosis) y el efecto de resistencia de los mismos en la biología del insecto (antibiosis) para la variedad Royalty son mecanismos posibles de resistencia manifestada (Painter, 1951). Estas condiciones son importantes para el desarrollo y la fisiología de las plantas hospedantes puede tener efectos profundos (Herms, y Mattson, 1992; Mansour *et al.*, 1993) en la susceptibilidad de la variedad Amarilla Golden Star. Muchos autores han demostrado que los componentes bioquímicos de plantas son los responsables de la resistencia de estas a insectos (Tomczy, 1989; Herms, y Mattson, 1992). Esto afecta la disponibilidad de nutrientes y la existencia del anti-insecto en las hojas de la planta (Herms, y Mattson, 1992) y parcialmente puede explicar la falta aparente de resistencia de algunas variedades de rosal. Los resultados de este estudio basado en antibiosis y evaluaciones de antipatía (Painter, 1951, De Ponti, 1985), sugieren que las fuentes adicionales de resistencia para ácaros pueden ser identificados en muchos genotipos.

## CONCLUSIONES

La variedad Royalty presento mayor resistencia a *Tetranychus urticae* Koch en base a la antibiosis mostrada.

## LITERATURA CITADA

- Archer, T.L. y E.D. Bynum, Jr. 1990. Economic injury level for the Banks grass mite (Acari: Tetranychidae) on com. *J. Econ. Entomol.* 83: 1069-1073.
- Davis, F. M. 1989. Rearing the southwestern corn borer and fall armyworms at Mississippi State, pp.27-36 in *Toward insect resistant maize for the third world: Proceedings of the international symposium on methodologies for developing host plant resistance to maize insects.* Mexico, D. F: CIMMYT. 327 pp.
- Davis, F.M., Williams, W.P. & Wiseman, B.R. 1989. Methods used in screening and determining mechanisms of resistance to the southwestern corn borer and fall army-worm. In *CIMMYT 1989. Towards Insect Resistance Maize for the Third World: Proc. Int. Symp. on Methodologies for Developing Host Plant Resistance to Maize Insects.* Mexico, DF, CIMMYT.

- De Ponti, O.M.B. 1985. Host plant resistance and its manipulation through plant breeding. *in*: Helle, W. and Sabelis, M.W. [Eds.] Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control. Volume 1B, pp. 395-403. Elsevier, New York, NY
- Flexner, J. L.; Westigard, P. H.; Gonzales, P. y Hilton, R., 1991: The effect of groundcover and herbicide treatment in twospotted spider mite density and dispersal in Southern Oregon pear orchards. *Entomology. Exp. Apple*, 111-123.
- Granados G., y R. L. Paliwall. 2001. Mejoramiento para la resistencia a los insectos. En: Paliwal R. L., G. Granados, H. R. Lafitte, A. D. Violic., J.P. Marathée (eda). Maiz en los Tropicos, Mejoramiento y Producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Colección FAO: Producción y protección vegetal No. 28. . Roma, Italia. pp. 219-232
- Hare, J. D., y T. G. Andreadis. (1983). Variation in the susceptibility of *Leptinotarsa decemlineata* (Coleoptera: Chrysomelidae) when reared on different host plants to the fungal pathogen, *Beauveria bassiana* in the field and laboratory. *Environ. Entomol.* 12: 1892-1897.
- Herms, D.A., Mattson, W.J. 1992. The dilemma of plants: To grow or defend. *Quart. Rev. Biol.* 67:283-335
- Jeppson LR, Keifer HH, Baker E. 1975. Mites injurious to economic plants. Univ. Calif. Press. San Francisco, 472 p
- Landeros J., L.P. Guevara, M.H. Badii, A.E. Flores & A. Pamanes. Effect of different densities of the twospotted spider mite *Tetranychus urticae* on CO<sub>2</sub> assimilation, transpiration, and stomatal behaviour in rose leaves. 2004. *Experimental and Applied Acarology* 32: 187-198.
- Mansour, F., Bar-Zur, A. & Abo-Moch, F. 1993. Resistance of maize inbred lines to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae): evaluation of antibiosis of selected lines at different growth stages. *Maydica* 38:309-311.
- Mendoza, R. 1993. Métodos para evaluar la digestibilidad proteica de los alimentos para organismos acuáticos. En: Memorias del I Simposium Internacional de Nutrición y Tecnología de Alimentos para la Acuicultura. Programa de Maricultura, Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Nuevo León, México. L.E. Cruz-Suárez, D. Ricque y R. Mendoza (Eds.) pp: 155-204.
- Painter, R.H. Insect resistance in crop plants. New York: MacMillan, 1951. 520p.

- Painter H. R. 1951. Insect Resistance in Crop Plants. The University Press Of Kansa Lawrence and London. Pp. 520.
- Ramoska, W. A., y T. Todd. (1985). Variation in the efficacy and viability of *Beauveria bassiana* in the chinch bug (Hemiptera: Lygaeidae) as a result of feeding activity on selected host plants. *Environ. Entomol.* 14: 146-148.
- Reichelderfer, C. F. (1991). Interactions among allelochemicals, some Lepidoptera. and *Bacillus thuringiensis* Berliner, pp. 507-524. In P. Barbosa, V. A. Krischilk y C. G. Jones (eds.). Microbial mediation of plant-herbivore interactions. Wiley, New York.
- Salazar V. J. 1983. Las plantas cultivadas y su resistencia a las plagas. FONAIAP DIVULGA No. 13
- Stumpf, N. y R. Nauen. 2001. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* 94: 1577-1583.
- Stumpf, N., and R. Nauen. 2002. Biochemical markers linked to abamectin resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Pestic. Biochem. Physiol.*
- Tadmor Y., E. Lewinsohn, F. Abo-Moch, A. Bar-Zur y F. Mansour. 1999. Antibiosis of Maize Inbred Lines to the Carmine Spider Mite, *Tetranychus cinnabarinu*. *Phytoparasitica* 27(1):1-7
- Takematsu, A.P., N.S. Filho, M.F. de Souza Filho, y M.E. Sato. 1994. Sensibilidad de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) proveniente de roseira (*Rosa* sp.) de Holambra-SP a alguns acaricidas. *Rev. Agric. (Piracicaba)* 69(2):129-137.
- Tomczyk, A. 1989. Physiological and Chemical Responses of Different Host Plants to Infestation by Spider Mites (Acarina: Tetranychidae). Warsaw Agricultural University Press, Warsaw, Poland.

## **DINÁMICA DE POBLACIÓN DE INSECTOS PLAGA Y BENÉFICOS EN INVERNADERO DE PRODUCCIÓN DE PIMIENTO**

Juan Luis Ortiz Mata<sup>1</sup>; Álvaro Macías Villalpando<sup>2</sup>; Ricardo Yáñez López<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas km 8;

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Carretera Celaya-San Miguel de Allende km

6.5. Autor por correspondencia: jortiz@agricolaelrosal.com

### **RESUMEN**

El conocer la dinámica de población de los insectos permite tomar con mejores bases las decisiones que permitan aplicar las acciones correctivas necesarias para reducir el efecto de las plagas en la producción agrícola. El trips es una de las plagas más importantes del cultivo de pimiento, su manejo requiere de una combinación de medidas de manejo que permita reducir las poblaciones de la plaga a un nivel donde no existan daños importantes en la producción (Erosky F, Septiembre 2018). La utilización de insectos depredadores como control biológico de trips es una excelente opción (Paredes I.J 2007). Por lo que el trabajo tiene como objetivo dar seguimiento a la dinámica de población de insectos benéficos y plaga, para conocer la efectividad en las medidas de control que permitan tener bajo control la plaga de trips. Se encontró, que la liberación adecuada en tiempo y forma permite reducir las poblaciones de trips a un nivel que no cause daños significativos reduciendo de manera importante la incidencia de plantas con síntomas de virus.

*Palabras clave: Trips, Orius insidiosus, Amblyseius swirskii.*

### **ABSTRACT**

Knowing the population dynamics of insects allows data to be taken with better bases that allow the necessary corrective actions to be applied to reduce the effect of pests on agricultural production. Thrips is one of the most important pests of pepper cultivation, its management requires a combination of management measures that reduce the populations of the pest to a level where there is no significant damage to production. The use of predatory insects as biological control of thrips is an excellent option. Therefore, the objective of the work was to monitor the dynamic population of beneficial insects and pests, in order to know the effectiveness of the control measures that allow the plague of thrips to be under control. It was found that the adequate release

in time and form reduces thrips populations to a level that does not cause significant damage, significantly reducing the incidence of plants with virus symptoms.

**Keywords:** *Trips*, *Orius insidiosus*, *Amblyseius swirskii*.

## **INTRODUCCIÓN.**

A menudo nos cuestionamos si es posible tener un control eficiente sobre las plagas, sobre todo tratándose de invernaderos, donde creemos que por tratarse de un lugar en teoría cerrado, la intrusión de plagas sería menor o donde su control sea mucho más rápido, pero la realidad es otra, los invernaderos no son lugares herméticos y esta situación permite que todo tipo de insectos puedan entrar y convertirse en un problema ya sea por la cantidad o por ser una plaga muy agresiva. Esta situación ha llevado a buscar alternativas distintas al uso de productos fitosanitarios para su control, el uso frecuente de estos productos crean resistencia fácilmente, otro punto a considerar es que las producciones son de exportación y los productos permitidos y autorizados para el cultivo en cuestión son pocos, es por éste motivo que se hace uso de otras herramientas como el uso de trampas de pegamento dentro y fuera de los invernaderos, el manejo de insectos benéficos y el uso de cultivos trampa en exteriores, estas acciones en tiempo y forma consideramos que serán suficientes para minimizar estos daños, estas actividades no son nuevas, lo que se hará será un trampeo masivo dentro de los invernaderos, la liberación de control biológico *Orius insidiosus* de manera más temprana a la recomendada generalmente por los técnicos y la siembra de cultivos trampa de manera desfasada para permitir no tener un lapso donde los insectos puedan migrar, sino mantenerlos cautivos. Por lo anterior el objetivo de este trabajo es dar seguimiento a la dinámica de población a *Orius insidiosus*, *Amblyseius swirskii*, *Trips spp.* y pérdida de plantas por síntomas de virus.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se llevara a cabo en invernaderos Rancho Chavollas S.P.R de R.L de C.V, ubicados en Héroes de Nacozari # 155 los Charcos Michoacán. Se seleccionó el invernadero No. 5, con una superficie de 2.5 Has. Con cultivo de pimiento y variedad EZ25679 color rojo, correspondiente al ciclo 2017-2018 (Abril 2017- Marzo 2018).

El trasplante de pimiento se realizó el 1 de mayo. Como parte del manejo y para el control que se realizaron liberaciones de *Amblyseius swirskii* los días 9 y 16 de mayo, y de liberaciones de *Orius*

*insidiosus* los días 23 y 30 de mayo y una más el 13 de junio (en todos los casos se utilizaron 30 cajas/botellas por fecha de liberación). Para el monitoreo de trips se realizó mediante trampeo masivo, dentro de invernaderos con trampas amarillas y azules 50/50 con pegamento a razón de 750 trampas/ha. En el exterior se colocaron poli-bandas amarillas con pegamento en los exteriores (cada 25 metros lineales), para captura de trips, como manejo habitual realizado en la unidad de producción. El monitoreo en planta se realizó cada semana con énfasis en *Orius insidiosus*, *Amblyseius swirskii* y *Trips sp.* En este caso de *A. swirskii*, además se registró su incidencia en flores y hojas y en el caso de *O. insidiosus* se cuenta como un individuo en cualquiera de sus estadios o adulto y como plagas trips en trampas, flores (adultos y larvas).

Para determinar la población por unidad de superficie, en el caso de *Orius* se registró el número de individuos por metro cuadrado que es la cantidad de insectos encontrado en tres plantas en tres puntos diferentes de una nave, esto es número de orius/(270/7) donde 270 es el número de plantas revisadas por nave (9) x 30 naves que tiene el invernadero y 7 que es el número de cabezas que hacen un metro cuadrado en pimientos. Así mismo, se registró el número de plantas retiradas del invernadero con virosis o por daño de trips (spotted).

Para el análisis de los datos se realizaron gráficos de seguimiento de la población tanto de los insectos evaluados, para confirmar el efecto en la reducción de la población de trips con el número de plantas con síntomas de virus se realizó una correlación entre estas variables para general el modelo que representa los datos.

## **RESULTADOS**

Los datos obtenidos nos muestran la dinámica de población de trips en trampas y flores, encontrando que apenas inicia el ciclo del cultivo la población de este insecto crece rápidamente (Figura 1), esta información coincide con la incidencia de plantas con síntomas de virus, ya que conforme la población de trips aumente, también lo hace la cantidad de plantas enfermas. El análisis de correlación entre variables nos indica que tiene un comportamiento logarítmico y existe una relación directamente proporcional entre la población de trips y las plantas con virus, con un  $R^2$  de 0.77 (Figura 2).

En comparación con otros ciclos de producción encontramos que cuando se realiza la liberación una semana después del trasplante, en comparación con la tercer y cuarta semana, esto causaba un

incremento de trips en flores sin tener la cantidad suficiente de Orius por lo que la pérdida de planta era alta. Con la anticipación en la liberación cuando se tuvo el dato más alto de trips en trampa y flores se tenía suficiente Orius en las plantas, lo que favoreció la disminución de trips, así como el número de plantas retiradas por síntoma de virus.

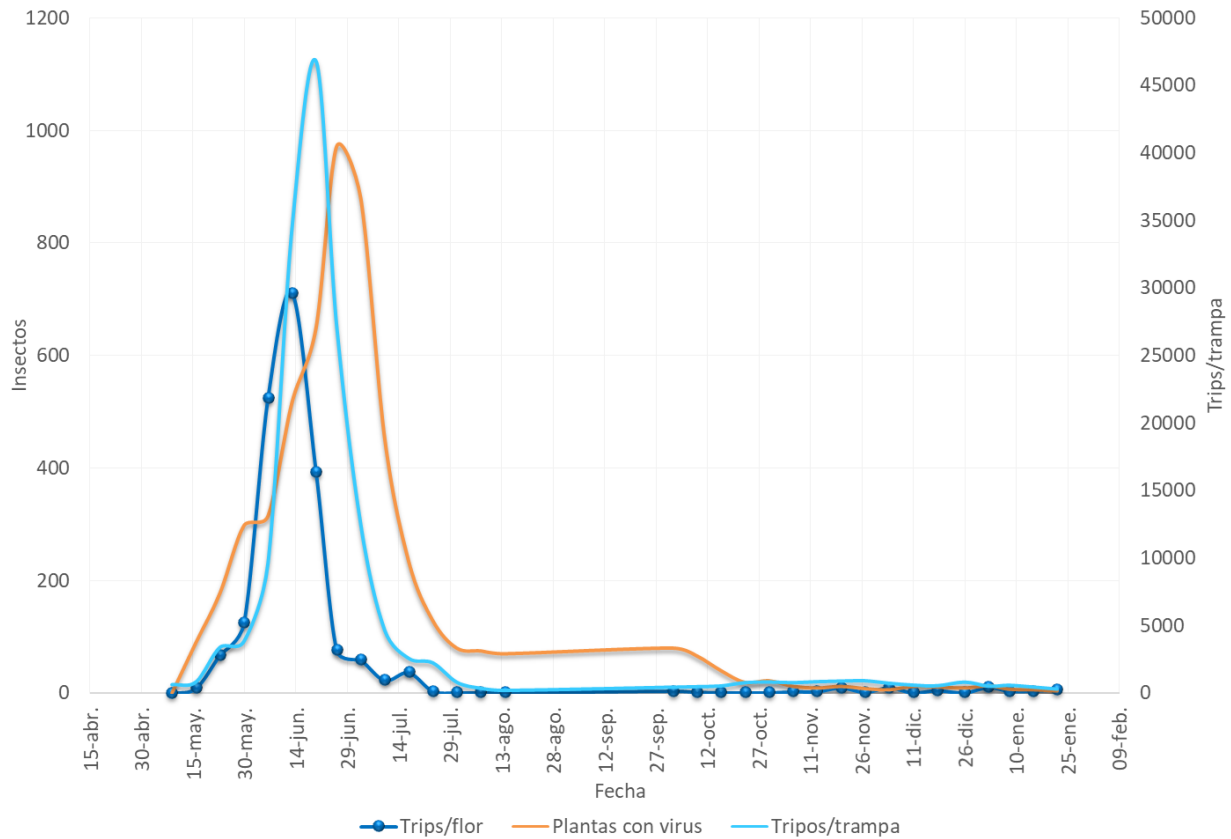


Figura 1. Numero de trips por trampa y por flor y plantas con síntomas de virus identificadas en el invernadero.

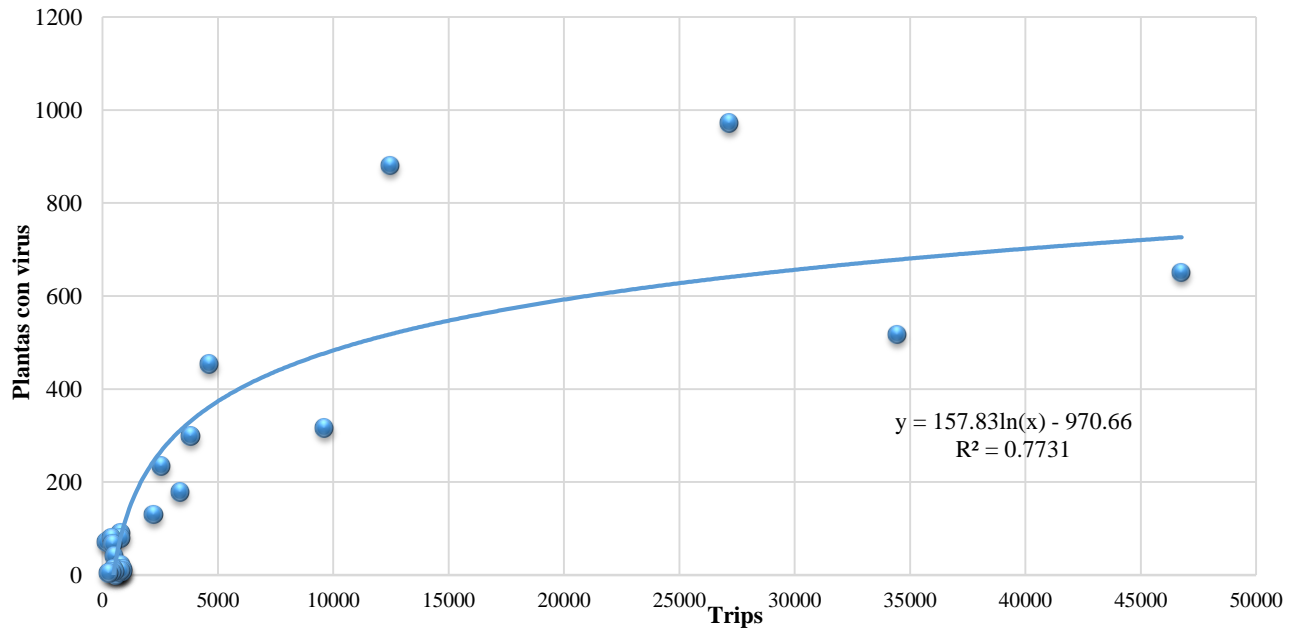
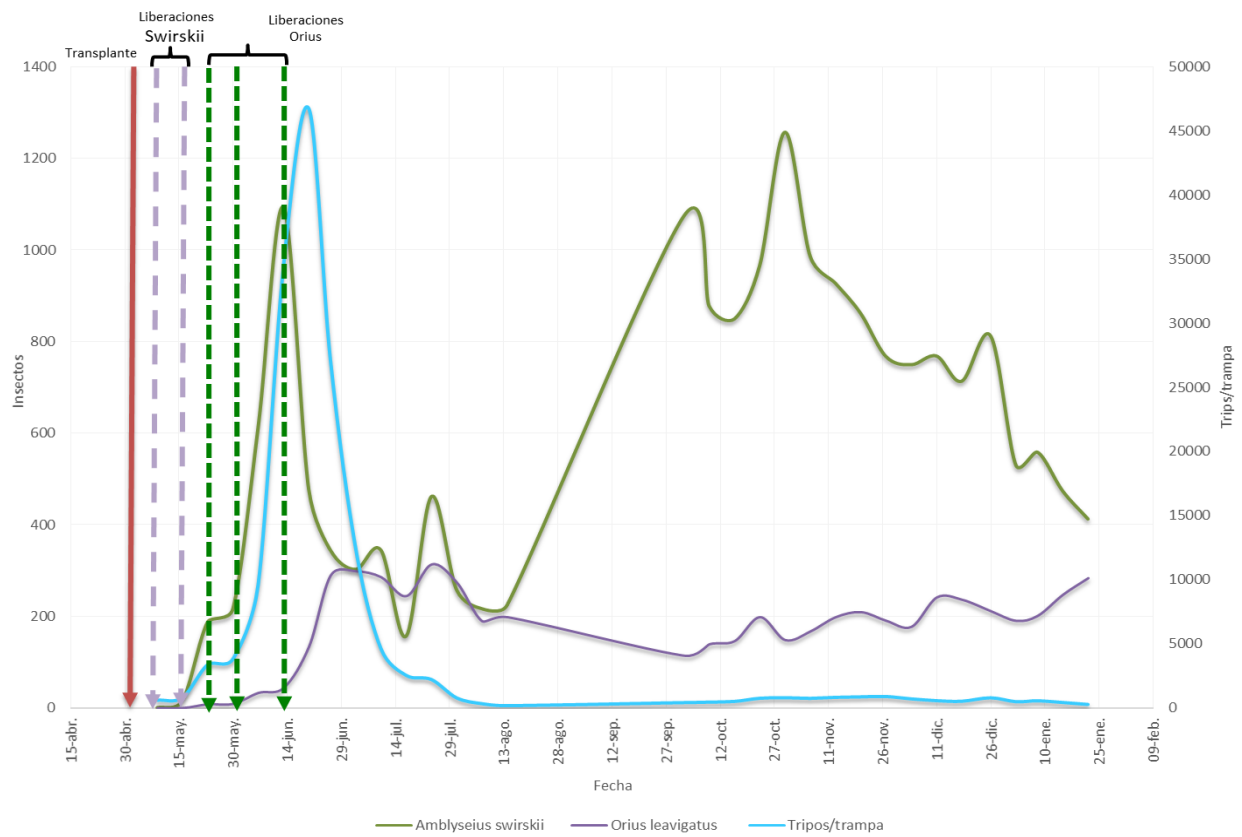
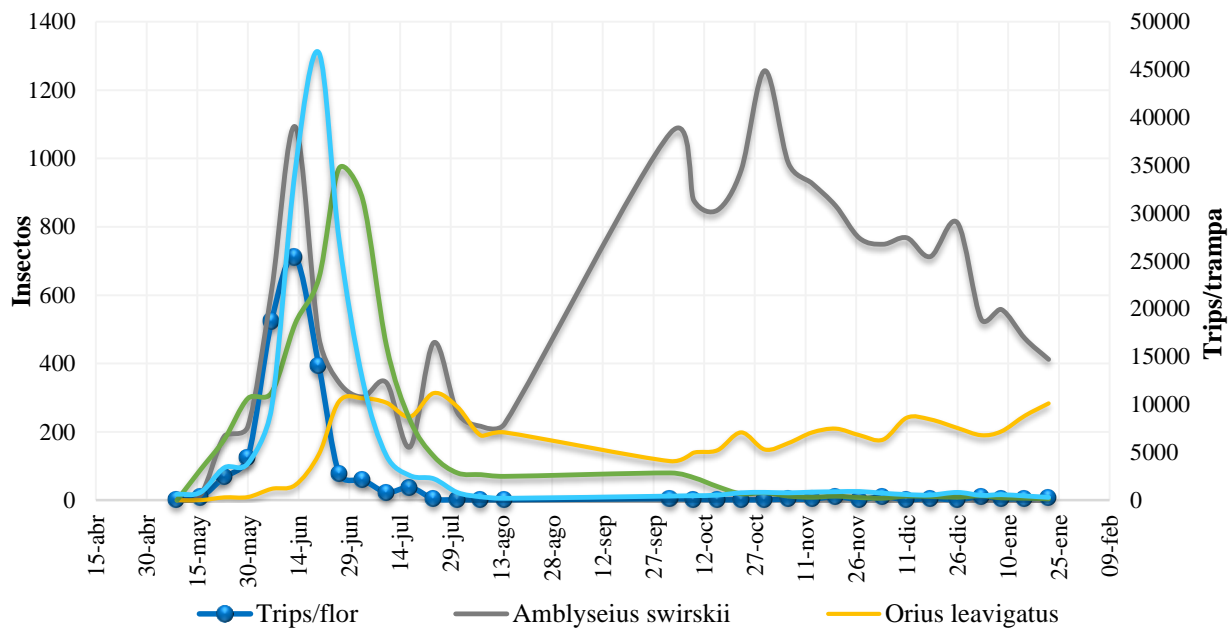


Figura 2. Relación de la población de trips detectados mediante trampeo en función con las plantas con virus.



**Figura 3. Fecha de trasplante de pimiento, población de *A. Swirskii*, *O. insidiosus*, trips contabilizados y los periodos de liberación de benéficos.**



**Figura 4. Dinámica de población de insectos benéficos, trips en trampa y flor y cantidad de plantas con virus.**

## CONCLUSIÓN

Como podemos observar en los gráficos, la cantidad de *Orius insidiosus* por  $m^2$  es 4 a partir de la quinta semana después de la primera liberación, suficiente para hacer control sobre el trips, entre la semana 5 y 8 vemos que la cantidad de trips en trampa aumentó considerablemente, sin embargo vemos que las cantidades promedio de adultos y larvas de trips por flor es bajo, esto nos indica que el *Orius insidiosus* no permite el establecimiento de trips en el cultivo, también podemos ver que la cantidad de plantas con virosis retiradas se da en el pico más alto del conteo, disminuyendo en las semanas posteriores y manteniéndose la cantidad de *Orius insidiosus* por  $m^2$ . Hasta la semana del 31 de julio de 2017, concluimos que la anticipación de una semana a la liberación de *Orius insidiosus*, nos ha dado como resultado el tener lo recomendado, 3 *Orius insidiosus*  $m^2$  (Koppert Biological Systems, 2018) y por consiguiente el control de trips, evitando tener una pérdida significativa de planta por virosis, teniendo hasta el momento una pérdida de plantas del 5 %, una vez teniendo el control de trips, ésta cantidad de planta puede ser reemplazada y tener el cultivo completo.

### **LITERATURA CITADA**

Paredes, I. J. (2007). Identificación del Trips de la Mancha Roja y su Control Integrado. Guayaquil, Ecuador. 97 p.

Eroski, F. (Septiembre De 2018). Pimiento Producción Hortalizas y Verduras. Recuperado el 2 de OCTUBRE de 2018, de <https://www.verduras.consumer.es/introducción>

Paredes, i. J. (2007). Identificación del trips de la mancha roja y su control integrado. Guayaquil, ecuador.

Systems, K. B. (2018). KOPPERT. Recuperado el 1 de OCTUBRE de 2018, de <https://www.koppert.mx>

## **COMPARACIÓN DE UNA SEMBRADORA CONVENCIONAL Y UNA SEMBRADORA BAJO EL SISTEMA PRECISION PLANTING EN LA PRODUCCIÓN DE MAÍZ**

Montserrat Fajardo Quintana<sup>1</sup>; Rolando Ramírez Yáñez<sup>2</sup>; Ricardo Yáñez López<sup>4</sup>; Mabel Reyes Fuentes<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería en Agronomía del Tecnológico Nacional de México – Roque; <sup>2</sup>Bayer CropScience; <sup>3</sup>Docente Tecnológico Nacional de México-Roque; <sup>4</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Carretera Celaya-San Miguel de Allende km 6.5. Autor correspondencia: [moncefajardo23@hotmail.com](mailto:moncefajardo23@hotmail.com)

### **RESUMEN**

El estado de Guanajuato representa una de las principales zonas de actividad en la siembra de maíz lo que ha permitido incrementar las superficies y respondiendo a la demanda del consumo del mismo. Pero este crecimiento ha traído problemas por sembradoras convencionales, terrenos irregulares, variaciones en el clima. Las alternativas que se han venido manejando no han permitido mejorar la producción a mediano y largo plazo, por lo que hace falta orientación a los pequeños y medianos productores agrícolas, es ahí donde las prácticas de precisión planting podrían ser la opción efectiva, el objetivo de la presente investigación es determinar la factibilidad del uso correcto de sembradoras convencionales, bajo del sistema de precisión con equipo digital a través de obtener un mapa de siembra en tiempo real el cual describe depósito de semilla con distancia adecuada, profundidad lineal, regulación de densidad de siembra. Se encontró que el 60% de las sembradoras de maíz con precisión lograron un aumento de hasta el 10% en las producciones gracias al equipamiento de dosificadores neumáticos.

**Palabras clave;** *Zea mays*, *GPS*, *Tecnología de siembra*.

### **ABSTRACT**

In the state of Guanajuato, it represents one of the main areas of activity in the sowing of corn, which has allowed increasing the areas and responding to the demand for its consumption. But this growth has brought problems due to conventional seeders, irregular terrain, and climatic changes.

The alternatives that have been managed have not allowed to improve production in the medium and long term, so it is necessary to guide small and medium agricultural producers, that is where planting precision practices could be the effective option, the objective of The present investigation is to determine the feasibility of the correct use of conventional seeders and under the precision system with digital equipment through obtaining a real-time sowing map which describes seed deposit with adequate distance, linear depth, density regulation of sowing. It was found that 60% of corn seeders accurately achieved an increase of up to 10% in productions thanks to the equipment of pneumatic dispensers.

*Key words; Zea mays, GPS, Planting technology.*

## **INTRODUCCIÓN**

El Bajío ocupa el 4° lugar a nivel nacional en producción de maíz, sin embargo el aumento de la demanda de este producto por el aumento en la población obliga a los productores de este grano a obtener mejores rendimientos, mediante la innovación de tecnología o mejoras en los equipos existentes que hagan más eficiente el sistema de producción agrícola. En este sentido el proceso de siembra es relevante para asegurar la mínima pérdida de plantas para tener una población uniforme en el campo de cultivo.

En Guanajuato, el maíz se cultiva bajo diversos sistemas de producción que dependen de la disponibilidad del agua y de los cultivos en rotación. Estos son agrupados en sistemas de riego completo, en los que típicamente se usa agua de pozos profundos. Bajo esta condición, la disponibilidad de humedad es un factor controlable, por lo que el manejo de la nutrición y sanidad del cultivo deben ser óptimos para aprovechar el potencial de producción de los híbridos y las variedades disponibles. (Vota, 2019)

*El desarrollo tecnológico del cultivo del maíz en Guanajuato, ha permitido incrementar de manera gradual el rendimiento por unidad de superficie, lo que en parte es atribuido a la aplicación integrada de diferentes componentes tecnológicos, siendo el uso de semillas mejorada una de ellas, sin embargo, un porcentaje relativamente elevado de productores obtienen rendimientos muy por abajo del potencial, lo cual limita el márgenes de utilidad, por tanto, se requiere optimizar una serie de factores que inciden en la productividad del maíz.( Baker et al., 2018).*

La inclusión de sistemas automatizados en la agricultura, se vio reflejado en el desarrollo tecnológico, mejorando los equipos automatizados de siembra, logrando registros detallados de labores, disminuyendo los tiempos de respuesta en la dosis variable de semillas y fertilizante utilizando sistemas hidráulicos, mecánicos y actualmente tendiendo hacia lo eléctrico. De esta manera se logra incrementar la eficiencia con el corte por sección o por cuerpo de siembra y la conducción mediante la guía automática con alta precisión, principalmente con sistemas hidráulicos o eléctricos. (Agricultura de Precisión 1995).

Una de los más importantes avances es la tecnología Precisión planting, que es un sistema instalado a la sembradora y tractor, que nos ayuda a realizar siembras con mayor precisión manteniendo una buena distribución de semilla y por ende población homogénea, así como mantener uniforme la profundidad de siembra. A su vez, permite el monitoreo de la calidad de la siembra en tiempo real lo cual nos ayuda a ajustar la velocidad de trabajo en función de las condiciones del terreno y ajustar los requerimientos de alimentación de semilla. El sistema también mantiene un monitoreo y aviso de las condiciones técnicas de trabajo del equipo. (Bayer, 2019).

En maíz hay dos tipos de variedades, las de polinización libre y las de polinización controlada o híbridos. Cuando el productor siembra una variedad de polinización libre, puede seleccionar semilla al momento de la cosecha para la próxima siembra, siempre y cuando no se encuentre otra variedad cerca de su lote. Lo anterior no se aplica cuando se siembra una variedad híbrida, ya que los rendimientos se reducen por pérdida del vigor híbrido. Los híbridos producen mayores rendimientos pero son más exigentes en cuanto al manejo, principalmente en fertilización para que puedan expresar todo su potencial productivo. (Revista mexicana de ciencias agrícolas, 2007).

Por consiguiente el objetivo de la presente investigación es determinar la efectividad de sembradoras convencionales y bajo del sistema de precisión con equipo digital.

## **MATERIALES Y METODOS**

La siguiente investigación se realizó en el campo experimental “Planta Villagrán” durante el ciclo primavera - verano 2019, donde la siembra se realizó el día 30 de mayo del 2019, usando una superficie de 1 ha, con distancia entre surco de 80 cm. Teniendo terreno irregular, con escases de agua y suelo de textura arcillosa. La siembra se realizó en tierra venida con una humedad mayor a 20%.

Para realizar las pruebas, se utilizaron dos tipos de semilla: 1.- MACHO (K00755) y 2.- HEMBRA (K0180D), con esta cruza se obtendrá un híbrido llamado “ANTILOPE”. Para evaluar la colocación de la semilla a la misma altura, se utilizaron dos sembradoras MONOSEM una aplicando sistema convencional y la segunda basada al sistema precisión planting.

Para la recopilación de datos entre los dos sistemas de sembradoras se manejó. 1-modelo precisión planting: sus datos son arrojados a una base de datos, la cual nos indica ubicación del predio, humedad del suelo, efectividad de colocación de semilla, kilometraje del tractor, detección de materia orgánica en el suelo y densidad de población. 2- modelo convencional: sistema mecánico la cual no cuenta con sistema automatizado de recolección de datos y requiere de personal de campo para el registro de datos, y verificación de distancia, se realiza conteo de semillas colocadas en 3 metros y profundidad, para conocer la humedad los técnicos de campo cuentan con un medidor y toman cinco puntos aleatorios para realizar la toma de datos.

### **Evaluación del ciclo del cultivo.**

Se realizaron las mismas evaluaciones en los dos sistemas de sembradora al inicio del predio, se tomaron los primeros 6 surcos, se tomaron 3 metros – toma de calibración de distancia de semilla, a los 12 metros – toma de profundidad, al inicio de la siembra. En la etapa V10 (desarrollo vegetativo de 55 – 60 días) se toma la muestra de desarrollo de la raíz, en 5 metros de lineales a un costado de la planta por 30 centímetros de profundidad, a los 60 y 100 surcos se les realizaron el mismo sistema para conocer los datos estimados.

Los métodos a utilizar serán: cuantitativo. Esta investigación será: exploratoria, de forma aplicada, de tipo descriptiva y de modo de campo. Las técnicas utilizadas fueron: la observación a los dos modelos de sembradoras.

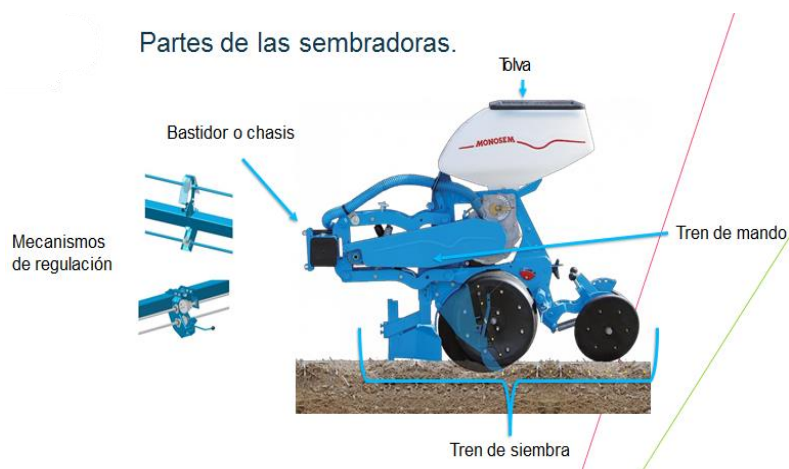
La comparación se realizó bajo dos métodos de sembrado de maíz:

#### **1) Sembradora convencional**

Se realizan comparativas de relación 6 hembras y 2 macho (6-2) con sembradora monosem convencional, sembradora con tracción mecánica donde los 6 cuerpos giran a la misma velocidad al depositar semilla. Es un sistema mecánico adaptado al tractor por una toma de fuerza, este equipo no cuenta con métodos de medición, lo cual el operador lo tiene que hacer con sistemas de muestreo para asegurarse que su siembra sea efectiva (Figura 1).

- Se deben Mantener limpia las bajadas para evitar que se atore la semilla.
- Debe de estar calibrada a una sola medida.
- Necesita una velocidad baja que evite los problemas al momento de tirar las semillas.
- No da alertas cuando se deja de caer la semilla.
- No arroja datos de velocidad.
- No se cuenta con un sistema de recolección de datos.

Con sistema convencional se determina que se tiene que realizar actividades en campo para determinar los datos deseados, para esto se realizan muestreos en 5 puntos diferentes de la hectárea sembrada para tomar distancia, profundidad y coeficiente de variación.



**Figura 2. Modelo de sembradora convencional**

## 2) Siembra con sistema precisión planting

Usando la misma relación (6-2) para sembradora monosem equipada con sistema precisión planting totalmente electrónica la cual cada cuerpo trabaja independiente arrojando grupos de datos, el equipo envía reportes cada 100 semillas depositadas (Figura 2, 3 y 4).

- Teniendo un conteo de espacios desfasados y contabilizando semillas doble.
- Se puede obtener una medición de materia orgánica por cada 30 metros que avance.
- Se visualiza en tiempo real la temperatura del suelo a la profundidad donde deposita la semilla.

- Muestra el porcentaje de humedad para saber en qué porcentaje se está sembrando lo recomendado es estar por encima del 20%, lo cual es medido por un sensor smarfirmer, que va integrado a la sembradora.
- Mandando alertas por cualquier error en la semilla.
- Monitoreo en tiempo real de siembra.

El sistema puede obtener al instante los datos deseados sin tener que esperar a que termine la siembra, teniendo una efectividad de un 98% por sus componentes de medición.



Figura 2. Sembradora bajo el sistema precisión planting y sus componentes



**Figura 3. Acoplamiento de plástico para mayor precisión de cámara**



**Figura 4. Acoplamiento de tractor a sembradora**

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados obtenidos después de las pruebas realizadas, muestran que con una sembradora convencional se tienen distintos espaciamientos entre las semillas sembradas (Figura 5), lo que conlleva a una variabilidad en la cantidad de plantas por metro lineal, por surco y por hectárea



**Figura 3. Distancia variable de semilla con sembradora a) convencional; b) precisión planting.**

Por el contrario la Figura 6, muestra que las semillas colocadas con el sistema precisión planting está especialmente distribuidas de acuerdo a los parámetros configurados por el usuario. Presentando una homogeneidad en el numero de plantas por surco.



**Figura 4. Espaciamiento entre las semillas sembradas con precisión planting.**

Respecto del analisis de control de profundidad entre el sistema presicion planting y convencional en diferente etapa fenologica del maíz, se obtuvo que el crecimiento de raíz en presición planting fue mayor respecto del sistema convencional (Figura 7).



**Figura 5. Comparación de profundidad entre los dos sistemas**



**Figura 7. Sistema precisión planting**



**Figura 6. Sistema convencional**

La implementación del sistema PRECISION PLANTING tiene un margen de error del 0.5 %, teniendo profundidad, ahorro de semilla y coeficiente de variación. La Tabla 1, nos muestra información que se genera con el uso del sistema precisión planting.

**Tabla 8. Datos obtenidos de siembra utilizando dos tipos de sembradoras.**


LUGAR DE SIEMBRA	SISTEMA DE SIEMBRA	DIA DE SIEMBRA	HECTAREAS SEMBRADAS	POBLACION DE PLANTAS	DISTANCIA ENTRE SURCO	No. DE SURCOS	VELOCIDAD QUE CORRE EL TRACTOR	% DE EFECTIVIDAD	ESPACIAMIENTO DE SEMILA	SEMILA POR METRO
CAMPO EXPERIMENTAL "PLANTA VILLAGRAN"	SEMBRADORA MONOSEM CON SISTEMA PRECISION PLANTING	30 DE MAYO DEL 2019	1 HECTAREA	111,792	80 CM	125	6.4 KM/HRS	99,8%	8.9 CM	11
CAMPO EXPERIMENTAL "PLANTA VILLAGRAN"	SEMBRADORA CONVENCIONAL MONOSEM	30 DE MAYO DEL 2019	1 HECTAREA	111,792	80 CM	125	N/A	N/A	8.9	11

El mapa de prescripción de resumen de siembra, obtenido a través de la aplicación FIELDVIEW, que nos arroja datos exactos en tiempo real, de cómo va el proceso de siembra




**Figura 10. Mapa fertilidad de suelo en lote para siembra.**

Por otro lado, se generan mapas con información de la fertilidad del suelo en el que se siembra, dando puntos críticos en los que se deberá aplicarse diferente cantidad de fertilizantes que permitan el óptimo desarrollo de las plántulas en ese espacio (Figura 10). Se demuestra que el sistema precisión planting arroja datos precisos de lo que se desee saber de su siembra (Figura 11).

HÍBRIDO	DENSIDAD	UNIDADES TOTALES	HECTÁREAS
 FERTIL	111.792	14,68	10,5
<b>Total/media</b>	<b>111.792</b>	<b>14,68</b>	<b>10,5</b>

SEBRADORA	OPERADOR	DENSIDAD	UNIDADES TOTALES	HECTÁREAS
 Custom 6 Row Planter #14	--	111.792	14,68	10,5
<b>Total/media</b>		<b>111.792</b>	<b>14,68</b>	<b>10,5</b>

<b>98,8%</b>	<b>98,0%</b>	<b>99,8%</b>	<b>100,0%</b>	--	--
SINGULARIDAD	BUEN ESPACIAMIENTO	BUEN PASO	PÉRDIDA DE CT	BUENA PRESIÓN EN EL SUELO	EXCESO DE COMPACTACIÓN

**Figura 11. Datos en tiempo real del sistema precisión planting.**

## CONCLUSIONES

La utilización de tecnologías en la actualidad nos permite obtener datos georreferenciados de distintos sitios de un lote, en particular los sistemas de siembra ofrecen el registro de datos de la variabilidad en la colocación de la semilla y con ellos ofrecer un mapa de manejo diferenciado, mostrando sitios con diferente potencial y requerimientos de insumos y tareas. Los resultados que se han analizado de sembradoras con precisión permiten tener una población homogénea de plantas que correctas medidas de manejo pueden elevar la producción. La correcta colocación de semillas en campo y con una uniformidad con poca variabilidad permite tener una población homogénea de plantas lo cual puede ser una condicionante en el volumen de producción por unidad de superficie. Esto en un futuro con puede mejorar los sistemas de producción de maíz.

## LITERATURA CITADA

- Bragachini M. Méndez. A. 2006. "Agricultura de Precisión", Publicado en Actualización Tecnológica N°6.
- Reyes C. 2019. Maíz de Alto Rendimiento, Informe de resultados *en lotes comerciales mexicanos* 29 p.
- Baker C.J., Saxta K. E., Ritchie W.R. 2018. Beneficios de las sembradoras con sistema de precisión. Informe *DEKALB*, @2017 Monsanto Company.

- FieldView*, Argentina, 2019. “Formas simples para aprovechar cada una de tus hectáreas”. Artículo, The climate corporation International SA.
- Bayer*. 2019. *FieldView, Plataforma agricultura digital líder en la industria*. Pruebas de implementación, temporada FY19.
- Arias J.C. 2019. República Dominicana. El impacto de la tecnología en la agricultura. The Economist for BusinessWeek.
- Maquinac. 2019. Desarrollo de productos de Agricultura de Precisión aplicables a tareas de siembra. <https://www.precisionplanting.com>.
- Vota A.M., Cristina J. 2019. Revista Mexicana de Agronegocios. *Sociedad Mexicana de Administración Agropecuaria. A. C.* ISSN:1405.9282.

## **INCIDENCIA EN EL TRAMPEO DE GUSANO COGOLLERO (*Spodoptera frugiperda*) EN EL CULTIVO DE LECHUGA**

Karen Lisset Ramírez-Rodríguez<sup>1</sup>; Ricardo Yáñez-López<sup>2</sup>; Adan Rojas-Fajardo<sup>1</sup>; José Manuel Macias<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Roque. Carretera Celaya-Juventino Rosas km 8;

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Carretera Celaya-San Miguel de Allende km

6.5. <sup>3</sup>Rancho los Ángeles, Juventino Rosas. Autor por correspondencia: [karenlisset@hotmail.com](mailto:karenlisset@hotmail.com)

### **RESUMEN**

El gusano cogollero del maíz, (*Spodoptera frugiperda*) es una plaga que afecta a más de 80 especies de plantas y causa daños a cereales cultivados de importancia económica. La tasa de reproducción del gusano cogollero es alta y pueden presentarse varias generaciones por año. Debido a la migración que este hace hacia diferentes cultivos, los productores implementan trampas con el apoyo de feromonas sexuales, que ayudan a la atracción del adulto para disminuir la población que en determinado tiempo pudieran llegar a ovipositar, mismos productores no toman en consideración cierto número de trampas. Para esto, se evaluó la incidencia de trapeo, así como el número de trampas a considerar dentro de una parcela de lechuga, en el “Rancho Los Ángeles”, donde se contabilizó y calculó el número de palomillas consideradas entre los periodos de 1-7 días durante el ciclo del cultivo. De acuerdo con los resultados obtenidos, el número de trampas consideradas por predio de acuerdo a los puntos cardinales, Norte y Sur, fué el doble que el número a colocar del punto Éste y Oeste. Teniendo así mismo como resultado que; mientras el monitoreo de trampas sea  $\geq 7$  días la certeza y confiabilidad fue menor, a diferencia que si  $\leq 1 - 3$  días los datos obtenidos tuvieron mayor precisión a la presencia de adultos y a su vez un mejor control.

**Palabras Clave:** Ovipositar, feromona.

### **ABSTRACT**

*Spodoptera frugiperda* is an insect pest that affects more than 80 plant species and causes damage to economically important cultivated cereals. The breeding rate of the cogollero worm is several generations per year, and the moth can fly up to 100 km per night. Due to the migration to different crops, producers implement traps with the support of sex pheromones, which help attract the adult

to decrease the population that in a certain time could reach ovipositar, same producers do not take into consideration a certain number of traps. For this, the incidence of trapping was evaluated, as well as the number of traps to consider within a plot, in the municipality of Tavera, in "Rancho Los Angeles" belonging to the municipality of Juventino Rosas, in the cultivation of lettuce in open field was counted and calculated the number of moth considered between the periods of 1-7 days during the crop cycle, where it was determined according to the results obtained, the number of traps considered by property according to the cardinal points, North and South, was double that of the number to place of the East and West points. As a result, as long as the monitoring of traps is  $\geq 7$  days the certainty and reliability was lower than if  $\leq 1-3$  days the data obtained were more accurate to the presence of adults and in turn a better control.

**Keywords:** *Ovipositar, pheromone.*

## **INTRODUCCION**

La lechuga es una hortaliza que ha registrado una buena aceptación dentro de la dieta de los consumidores de todo el mundo de ahí la importancia de los principales países productores y exportadores (PERERA, 1991) .Actualmente el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), ha tomado un valor económico muy importante dentro de la producción de hortalizas, teniendo una producción nacional de 466.8 mil toneladas para el año (2017). Para el año 2017, se reportaron 74 mil 817 toneladas de lechuga hasta junio del presente año. (SIAP, 2017). Sin embargo la producción se ve afectada por el ataque de diferentes plagas hacia el cultivo, entre ellas el gusano cogollero (FAO, 2017).

Gusano cogollero es una plaga cosmopolita, entre sus principales hospederos está el maíz y el sorgo, provoca severos daños reduciendo el rendimiento en niveles superiores al 30 %. Este insecto, pasa por los estadios de huevo, larva, pupa, y adulto, y su ciclo de vida se completa aproximadamente en 30 días en verano, 60 días en primavera y 90 días en el invierno. Debido a que en El Bajío se siembra ampliamente maíz y sorgo, las poblaciones de esta plaga se presentan durante todo el año y son más abundantes en primavera y verano. Los cultivos de hortalizas sufren fuertes invasiones debido a que al terminar el ciclo de cultivos con las actividades de cosechas favorecen la migración de adultos alados.

Dentro del Manejo de la plaga existen herramientas como el uso de trampas con feromonas, que permiten el control y monitoreo eficiente de esta plaga, con el trapeo se busca que mediante el uso de la sustancia volátil se atraiga adultos machos, permitiendo el control etológico y monitoreo de la población. Esta estrategia causa que debido a la confusión con machos se reduzcan las poblaciones de adultos y el número de oviposiciones al impedir el apareamiento. Esta herramienta se hace aún más efectiva cuando se usa el esquema de trapeo masivo, cuya ventaja principal es ser un método económico y de bajo mantenimiento, sin embargo en cultivos extensivos muchas veces se dificulta establecer estas trampas en la parcela pero se puede colocar al contorno, dando excelentes resultados. (INTAGRI, 2017)

Las feromonas son compuestos químicos liberados por los insectos para atraer individuos de su especie con fines de apareamiento o para comunicar fenómenos como: lugares de ovoposición, señalar algún camino, alertar en caso de peligro, entre otras (GONZALES & P, 2004). Como estrategia de monitoreo el trapeo de feromonas ha demostrado una alta eficiencia, sin embargo no existe claridad en la periodicidad con a que se debe realizar el conteo de insectos, sobre todo porque con periodos cortos la necesidad de recurso humano es mayor y por lo tanto el costo de realización de esta actividad se dispara. Con base en lo anterior el objetivo de este estudio es determinar el grado de certidumbre que tiene la periodicidad de trapeo de adultos de gusano cogollero utilizando feromonas sexuales.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente evaluación se llevó a cabo en “Rancho Los Ángeles” ubicado en la comunidad de Tavera, en el municipio de Juventino Rosas, considerando cinco tablas con el cultivo de lechuga de variedad Romana en un diseño estadístico de bloques completamente al azar considerando una superficie de 3 hectáreas. El experimento consistió en la colocación de trampas perimetrales, utilizando garrafas con una estaca como base, se perforaron de tal forma que los laterales permitieran la dispersión de la feromona y captura de las palomillas, en la parte superior se colocó el septo con la feromona sexual de la marca Ferommis, en la parte inferior se colocó 30 gr de jabón neutro liquido en 2 Litros de agua potable para romper la tensión superficial del agua y así mismo los adultos al caer no llegaran a salir.

Las trampas se colocaron alrededor de las parcelas, considerando 25 m entre cada una, seis parcelas o tablas fueron evaluadas, el número total de trampas por parcela dependía del tamaño de la misma, al siguiente día de la colocación de las trampas, se comenzó con el monitoreo, mismo que se llevó a cabo de forma diaria hasta cosecha del cultivo de lechuga.

Para el análisis, suponiendo diferentes tiempos de muestreo se estimaron los promedios de capturas en periodos de 2, 3, 4, 5 y 6 días. Con los valores obtenidos se realizaron Regresiones entre los valores de las capturas diarias y valor promedio calculado, esto para cada periodo propuesto y poder conocer el valor de R<sup>2</sup>. Se estimó la reducción de ajuste del modelo entre los datos y el periodo de muestreo

## **RESULTADOS**

El trampeo en distintitos periodos nos indica que existe una variación importante en los resultados al calcular el promedio de palomillas por noches, desviándose cada vez más conforme se incrementa el periodo entre cada muestreo. Así mismo, los resultados nos indican que durante el período de trampeo realizado existe predominancia en las capturas en relación a los puntos cardinales. Valores de capturas de más del doble son detectados en la mayoría de las trampas, en orden de importancia son este, oeste, sur y norte. Esta condición puede deberse a la predominancia de los vientos y la distribución de cultivos en los ranchos vecinos. En la Figura 1, podemos observar el número de adultos de gusano cogollero/trampa capturados durante el periodo de muestreo. De la trampa 1 a la 5 corresponden al norte, de la 6 a la 10 al sur y 11-13 al oeste, estos datos indican que la mayor abundancia de adultos son capturados en norte y sur en la Tabla o parcela 1 (Figura 2).

Tomando como base los resultados de R<sup>2</sup> y el periodo de muestreo tenemos que con el aumento de días entre cada muestreo se incrementa la desviación entre el dato observado y el promedio calculado por día (Figura 3), esto nos indica que utilizar periodos largos como indicador de la población no es recomendable, dado que se incurre un desviaciones importantes, que si se utilizaran como criterio para toma de decisiones podrían causar que se realizaran acciones de manejo de plaga de manera retrasada o en omisiones.

**Trampeo de adultos/noche a distintos períodos (Días)**

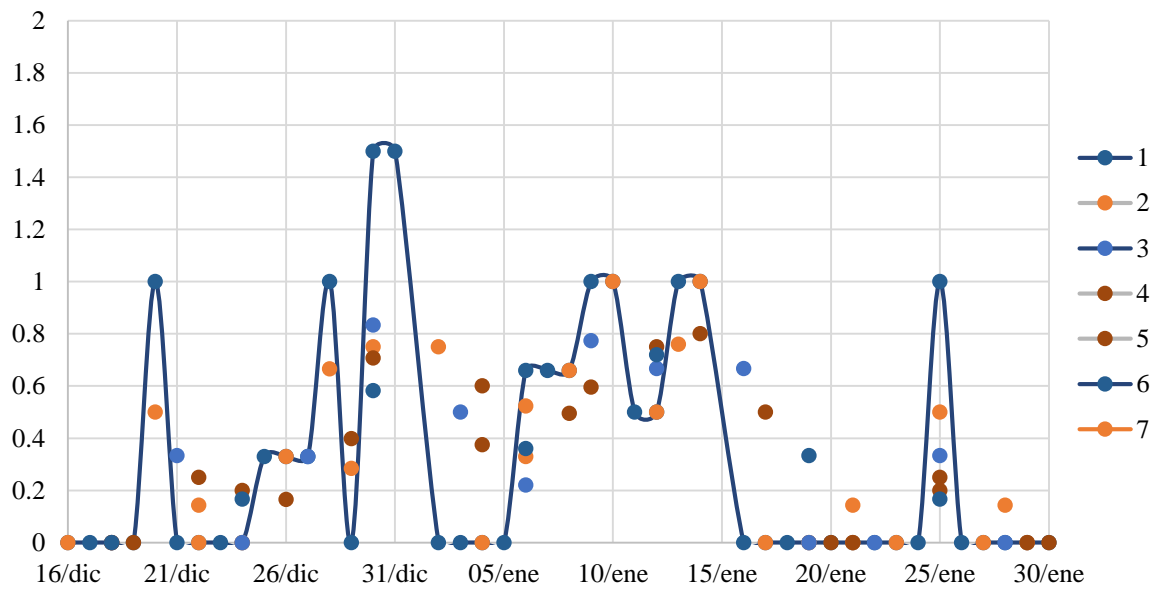


Figura 1. Trampero de altos machos de Gusano cogollero, resultados de muestreos diarios y promedio diario suponiendo trampeos cada 2, 3, 4, 5, 6 días.

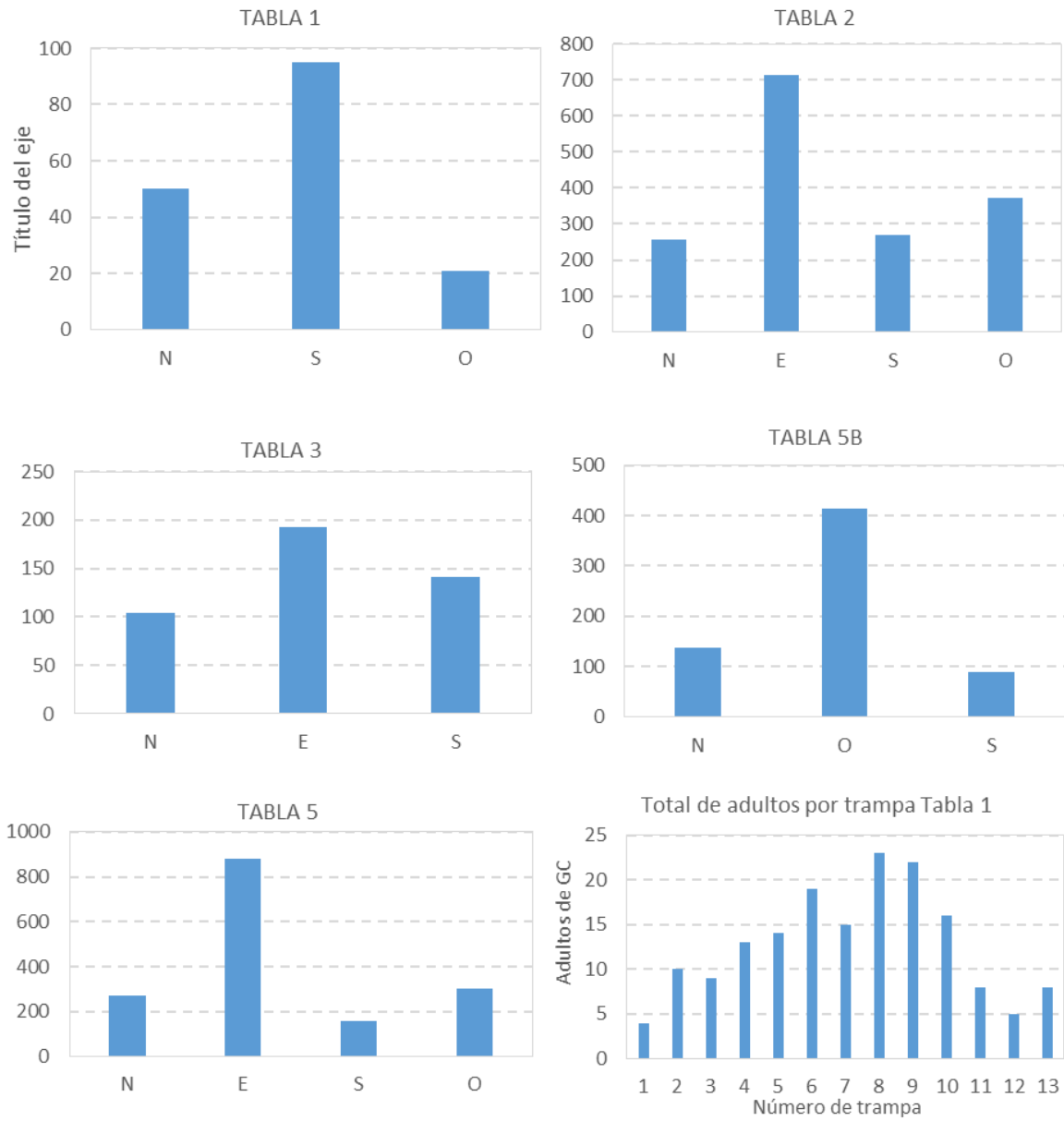


Figura 2. Acumulado de Adultos Capturados en el periodo de muestreo por punto cardinal y tabla y trampa.

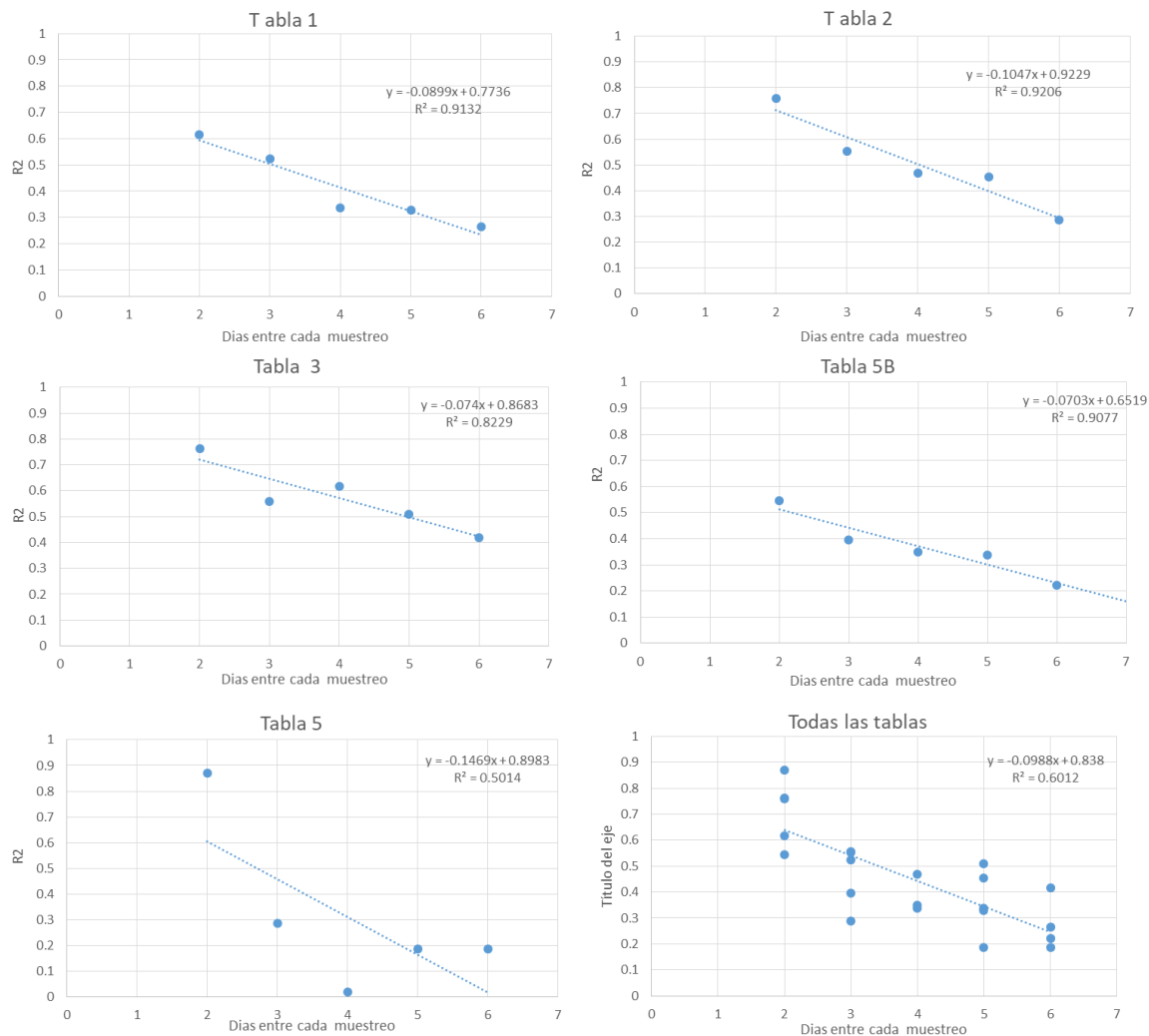


Figura 3. Modelo de regresión de días de muestreo y el R2 estimado.

## CONCLUSIÓN

El trampeo de adultos de gusano cogollero mediante el uso de feromonas es una herramienta indispensable en el manejo integrado de plagas, su uso se está volviendo algo cotidiano en cultivos de hortalizas donde esta plaga causa daño tal es el caso de lechuga. La periodicidad del muestreo es un elemento importante de definir dado que para el productor es algo sensible ya que la frecuencia de muestreo incrementa el costo de la realización de esta actividad. Sin embargo periodos largos entre cada muestreo reducen la calidad del dato, pudiendo afectar las el momento oportuno para la realización de las acciones de control.

Varios autores afirman que la instalación de trampas en la periferia de la parcela es necesaria cada 25 metros, no obstante con análisis de vientos y trampeos históricos de adultos se puede determinar cuál es la predominancia de trampeo en los puntos cardinales de la parcela, lo cual permitiría reducir el número de trampas, situación que favorecería la reducción de costos de mantenimiento de esta actividad.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Fao. (2017). Preguntas Sobre El Gusano Cogollero del Maiz. 60 p
- Gonzales, L., & P, L. (2004). El Control Biologico de Plagas Agricolas. Intagri, 123-136.
- Intagri. (2017). El Momento Oportuno Para El Control Del Gusano Cogollero.
- Perera, M. B. (1991). De Nuestra Cosecha. Claridades Agropecuarias, 3.
- SIAP. (2017). *Lactuca sativa* L: Tipos Y Variedades Que Se Producen En Mexico.
- SIAP. (2017). *Lactuca sativa*: tipos y variedades que se producen en México.

## **PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE HUITLACOCHÉ EN MAÍZ HÍBRIDO Y SU APLICACIÓN PARA EL SANEAMIENTO DEL SUELO AGRÍCOLA**

J. Alfredo Morales-Sauz<sup>1\*</sup>; José Ruíz-Herrera<sup>2</sup>, José A. Sánchez-Arreguín<sup>2</sup>; Claudia G. León-Ramírez<sup>2</sup>, Allan F. Y. Soria-Camacho<sup>1</sup>; César F. González-García<sup>1</sup>; Francisco Chablé-Moreno<sup>3</sup>; Elisa Franco-Vadillo<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería en Agronomía, TecNM Roque, [<sup>2</sup>Investigador, Departamento de Ingeniería Genética, CINVESTAV Irapuato,](#) <sup>3</sup>Investigador, Departamento de Ciencias Agropecuarias, TecNM Roque. \*Autor de correspondencia: [fredo.ms.93@gmail.com](mailto:fredo.ms.93@gmail.com)

### **RESUMEN**

La producción de huitlacoche en México está en un alza gracias al alto consumo nacional e internacional de los últimos años. Los estudios relacionados con la producción de cultivos aplicados con manejo orgánico han demostrado ser, en su mayoría, una mejor inversión debido a su mejor rendimiento, mejor precio de venta y por ser una forma de conservación del suelo agrícola a corto y largo plazo. El objetivo de esta investigación fue evaluar y comprobar las ventajas del rendimiento de la producción de huitlacoche en el maíz híbrido SB-308, llevado con un manejo orgánico, comparado con la producción en maíces criollos e híbridos manejados de una forma convencional por parte de otros autores, al igual, se buscó definir la zona más idónea para la inoculación de la planta, teniendo a los estilos y al jilote como principales candidatos, donde en la parte de estilos se obtuvo un estimado de rendimiento de 8.18 ton/ha y 21.79 ton/ha en la inoculación en jilote, esto comparado con 7 y 15 ton/ha que arrojan trabajos con manejo convencional en diferentes materiales, también se alcanzó la conclusión de que gracias al metabolismo del hongo *U. maydis* la planta fija mayor cantidad de nitrógeno, calcio, materia orgánica y microelementos al suelo en cantidades considerables, ayudando en gran parte a la regeneración del suelo agrícola y así estar en condiciones más óptimas para el ciclo siguiente.

**Palabras clave:** *Ustilago maydis*, producción orgánica, inoculación, sustentabilidad, saneamiento.

## ABSTRACT.

Huitlacoche production in Mexico is on the rise thanks to the high national and international consumption of recent years. Studies related to the production of crops applied with organic management have mostly been a better investment due to their better yield, better selling price and for being a form of conservation of agricultural land in the short and long term. The objective of this research was to evaluate and verify the advantages of huitlacoche production yield in SB-308 hybrid corn carried out with an organic management, compared to the production in Creole and hybrid maize managed in a conventional manner, as well as , it was sought to define the most suitable zone for the inoculation of the plant, having the silk and the jilote (corn) as the main candidates, where in the part of silk an yield estimate of 8.18 ton / ha and 21.79 ton / ha was obtained in the inoculation in jilote (corn), this compared to 7 and 15 ton / ha that throw jobs with conventional handling in different materials, the conclusion is also determined that thanks to the metabolism of the *U. maydis* fungus, the plant fixes a greater amount of nitrogen, calcium, organic matter and microelements to the ground in considerable quantities, greatly helping the regeneration of agricultural land and thus be in more optimal conditions for the next cycle.

**Key words:** *Ustilago maydis*, organic production, inoculation, sustainability, sanitation.

## INTRODUCCIÓN

*Ustilago maydis* es el nombre científico del hongo causante de una enfermedad específica del maíz, el huitlacoche (carbón común), la cual se caracteriza principalmente por el desarrollo de tumores o agallas en la mazorca (Ruíz, 2008). A diferencia de otros países, en México, lejos de verse como una enfermedad o repudiar el resultado de esta, es considerado como un manjar codiciado por muchos para la elaboración de un amplio número de platillos típicos de nuestra gastronomía. Así mismo este alimento se ha posicionado como un producto muy presente en la “alta cocina” dentro del país y como uno de los platillos exóticos más caros en el extranjero (Ruíz, 2008).

Actualmente el Huitlacoche es un producto agroalimentario con gran potencial económico, tanto local, nacional e internacional. Desde 2006, su producción artificial intensiva es una realidad en México, donde ya es considerado un nuevo cultivo (Villanueva et al., 2007). En México, el precio por kilogramo varía en torno a 15 pesos M.N. (80 centavos de dólar americano) en la época de

producción natural de julio y agosto; entre 60 y 120 pesos M.N. (3.15 y 6.30 dólares americanos) fuera de dichos meses y de manera extraordinaria ha llegado a valer hasta 380 pesos M.N. (20 dólares americanos) en el mes de abril ([Villanueva, 1997](#)).

Diferentes estudios han permitido la producción exitosa del huitlacoche, y se ha encontrado que la técnica de inoculación por inyección produce excelentes rendimientos y buena calidad del hongo ([Valdez et al., 2009](#)). Algunos autores probaron producir Huitlacoche utilizando maíces criollos y obtuvieron rendimientos de hasta 15 ton/ha con esta técnica de inoculación. En el caso de maíces híbridos, se ha realizado mucha investigación e inclusive se probó su producción bajo condiciones controladas en donde el rendimiento rebasa las 7 ton/ha ([Madrigal et al., 2010](#)), todo esto con un manejo agronómico convencional. Las variantes de maíz difieren en su susceptibilidad a este hongo, siendo los maíces dulces los más sensibles ([Christensen, 1963](#); [Valverde, 1992](#); [Vanegas et al., 1995](#)).

Los sistemas de producción orgánicos han tomado importancia en años recientes debido a que disminuyen los costos de producción al no utilizar agroquímicos ([Fageria, 2007](#)), aumentan las ganancias y presentan productos libres de contaminantes ([Mendoza, 2004](#); [Flores et al., 2004](#); [Miller et al., 2008](#)), otra ventaja es un mejoramiento de las propiedades físicas del suelo, como una mayor retención de humedad debido al incremento de las concentraciones de materia orgánica ([Ouédraogo y Zombré, 2001](#)) y mayor producción de los cultivos en condiciones de temporal deficiente ([Courtney y Mullen, 2008](#)).

Con el conocimiento de todo lo anterior, además de la problemática mundial actual relacionada con sobreexplotación de los recursos naturales, la contaminación y el grave riesgo que corren diversas especies de insectos indispensables para el equilibrio natural por el uso excesivo e inadecuado de insecticidas, plaguicidas y agroquímicos, se necesita establecer acciones concretas dentro del ámbito agrícola para combatir muchos de los aspectos mencionados, esto a través de demostrar todas las ventajas que trae la producción sustentable. Al igual recalcar la importancia que representa el optar por cultivos alternativos que no saturan el mercado y que cuenten con un alto valor económico comercial.

El objetivo de este trabajo fue evaluar y comprobar las claras ventajas: de producción, económicas, medioambientales, sociales y nutricionales que conlleva la producción del huitlacoche con un

manejo agronómico enteramente orgánico, combinado con la técnica de inoculación por inyección directa en 2 zonas diferentes de la planta y la sepa de material fúngico proporcionada por el CINVESTAV Unidad Irapuato.

Demostrar el beneficio que significa la producción de este hongo que gracias a su metabolismo ayuda a la renovación, saneamiento, sustentabilidad y calidad del suelo.

Debido a su amplia gama de cualidades que implica la implementación orgánica en la agricultura, el desarrollo del cultivo sería de manera más óptima, obtendríamos mejores rendimientos, aumentaría el margen de utilidad real y se reduciría el impacto ambiental, además de que se estaría llevando un saneamiento gradual del suelo, que, combinado con las funciones metabólicas del hongo *Ustilago maydis* y las de traslocación de la planta de maíz, fijarían algunos de los elementos que durante el ciclo de desarrollo del cultivo hospedero fueron extraídos para cubrir las necesidades nutrimentales, adecuando el suelo para el próximo ciclo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **LOCACIÓN DEL PREDIO**

El trabajo de campo de la investigación se realizó en el Tecnológico Nacional de México campus Roque, ubicado en el km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, en Celaya, Gto. De acuerdo a la ubicación geográfica, está localizado a los 100°49'43.3" de longitud oeste del meridiano de Greenwich y a los 20°34'56.7" de latitud norte. Su altura promedio sobre el nivel del mar es de 1,750 metros cuenta con una temperatura promedio anual de 19.10°C y una precipitación media en el año de 617 mm. El suelo que predomina es franco arcilloso, el cual tiene como característica que es apto para la agricultura y la ganadería.

### **HÍBRIDO UTILIZADO**

La variedad de maíz utilizado en el estudio fue el SB-308 CAMPEÓN de la casa comercial Semillas Berentsen. Este material se caracteriza por su excelente producción de grano, gran tamaño de mazorca, foliar denso y caña de altura superior a los 2.5 metros, además de poseer una resistencia al carbón de la espiga y al carbón común.

### **DISEÑO Y UNIDAD EXPERIMENTAL**

Los ensayos se establecieron de manera continua y ordenada para una rápida identificación; para la siembra de dicho híbrido, se utilizó una parcela didáctica con 14 surcos de 70 metros de largo y 0.85 metros de ancho, se implementó una densidad de siembra de 70,000 plantas/ha, donde se obtuvo un índice de germinación del 98%, obteniendo una población de 5,830 plantas.

La distribución y selección de los surcos a inocular, teniendo en cuenta que se compararían 2 zonas específicas de la planta (jilote y estilos), fue de la siguiente forma:

- Surcos 1, 2, 3 y 4 inoculados en jilote.
- Surcos 5, 6, 7 y 8 inoculados en estilos.
- Surcos 9, 10, 11, 12, 13 y 14 fungieron como testigos (sin inoculación).

#### MANEJO AGRONÓMICO

*Fertilización 280-60-52(NPK) por hectárea.*

Previo a la siembra, se realizó labranza básica mecánica correspondiente. La siembra se hizo en seco el 4 de abril del 2019, con uso de tractor y el implemento sembradora/fertilizadora de discos con la configuración de 70,000 semillas/ha; a la par se aplicó una fertilización consistente en una mezcla de nitrógeno 50%\*, fósforo 30%\*, potasio 25%\* (OrganoDel), micorrizas y bioestimulantes.

*\*De la dosificación total por ciclo.*

Se aplicaron 3 riegos, el primero fue previo a la siembra para la nacencia de maleza y maíces de ciclo anterior, para posterior eliminarlas e incorporarlas al suelo, el segundo se hizo para emergencia a los 2 días después de siembra (dds), el tercer riego fue de auxilio y aplicó a los 20 dds, completando la lamina de riego con el temporal que cubrió los requerimientos hídricos del maíz (L.R. 50 cm/ciclo). Se recorrió la parcela con el uso del tractor y cultivadora a los 30 dds, posteriormente se realizó el aporcado a los 35 dds.

Para cubrir los requerimientos nutricionales del maíz indicados, a los 51 dds se aplicó Nitrógeno 25% y potasio 25% (OrganoDel), la aplicación de lo restante se hizo a los 70 dds previo a la

floración masculina, utilizando composta, lixiviado y el uso de un fertilizante foliar (Maxi Grow Excel).

Para el control de plagas y enfermedades, como primer instancia utilizamos repelentes a base de extractos naturales, se instalaron 4 trampas de feromonas para el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y un repelente comercial (Fiamix Kill) como refuerzo. Evitando así el asentamiento del gusano cogollero hasta en un 95% en planta.

#### OBTENCIÓN DEL INÓCULO

El material fúngico usado en la investigación (A1B1xA2B2) fue proporcionado por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Irapuato, por medio del laboratorio de Desarrollo y Diferenciación de hongos, donde se tienen las condiciones adecuadas para su obtención.

#### INOCULACIÓN

La forma de inoculación fue inyección directa en planta, se eligieron 2 zonas específicas para así comparar la viabilidad y rendimiento de cada una. Las zonas fueron estilos y jilote, en estilos se aplicaron 1 cm<sup>3</sup> de la disolución por mazorca en la fase fenológica donde los estilos estaban 4 centímetros expuestos de las hojas; en la parte del jilote, de igual manera, se inyectó 1 cm<sup>3</sup> de disolución en la parte media del jilote, introduciendo la aguja de tal manera que el inóculo quedara en la parte central del mismo.

#### COSECHA

Para la cosecha se necesitó tener en cuenta el criterio de madurez comercial, que es el estado del hongo donde tiene una mayor aceptación por parte del comprador, a esta fase se le denomina coloquialmente como “hongo blanco”.

La cosecha del hongo que fue inoculado en estilos, fue 18 días después de la infección (5 de agosto de 2019), cuando alcanzó la madurez requerida. Los inoculados en jilote, alcanzaron dicho punto a los 25 días, cosechando el 12 de agosto de 2019. Al momento de cosecha se realizó un recorrido en la parcela, para monitorear el grado de severidad de cada una de las mazorcas, en donde la mayoría tenía entre un 70 y un 100%, procurando que las agallas no eclosionaran para conservar la calidad deseada.

## ESTIMADO DE RENDIMIENTO

El estimado de rendimiento se hizo con base en un muestreo aleatorio sistemático, recolectando 100 muestras de cada uno de los ensayos, tomando una muestra cada 10 plantas y siguiendo un recorrido en zic-zac por todo el largo del surco. Para su estimación, se consideraron varios aspectos tales como peso neto de la mazorca, peso único del hongo, índice de severidad<sup>1</sup> y porcentaje de incidencia<sup>2</sup>. Teniendo ya las muestras, se procedió a pesar cada una de ellas; primero se obtuvo el peso total de la mazorca infectada (grano y hongo) sin hoja y pedúnculo, siguiente, se separó y se pesó únicamente las agallas formadas del hongo (peso único del hongo).

El índice de severidad (IS) se estipuló como el porcentaje del peso infectado de la mazorca, se calculó de acuerdo a los pesos obtenidos (*peso total de mazorca* y *peso único de hongo*), donde el peso único del hongo se multiplica por 100 (porcentaje total) y se divide entre el peso total de la mazorca infectada.

$${}^1IS (\%): \quad \frac{\text{peso único de hongo} * 100}{\text{peso total de mazorca infectada}}$$

El porcentaje de incidencia (PI), fue el cálculo expresado en porcentaje del número de plantas que sufrieron infección por parte del hongo (*número de plantas infectadas*), multiplicado por 100 (porcentaje total), entre el número de plantas que se inocularon (*número total de plantas inoculadas*).

$${}^2PI (\%): \quad \frac{\text{número de plantas infectadas} * 100}{\text{Número total de plantas inoculadas}}$$

## MUESTREO Y ANÁLISIS COMPLETO DE SUELO

Se realizó un estudio del terreno usado para la producción del huitlacoche, y otro para el lugar donde no fue inoculado el hongo, para así comparar los resultados que arrojaran ambos análisis, donde nos mostraban cada una de las cantidades reales de los diferentes elementos y parámetros considerados para dicho estudio.

Los análisis fueron realizados por el laboratorio de análisis de suelo, agua y plantas del Instituto Tecnológico de Roque.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Evaluación y rendimiento de producción orgánica de huitlacoche en maíz híbrido (SB-308 Campeón)**

El experimento realizado donde se evaluaron las inoculaciones por inyección del material A1B1xA2B2 aplicadas al híbrido SB-308 Campeón en estilos y jilote, resultaron significativas para la comparación de cada una de ellas, debido a que hubo variaciones de rendimiento en las diferentes zonas donde se aplicó.

En la toma de datos del muestreo de cada una de las plantas consideradas para su registro y evaluación, resultó que por el ensayo de infección en estilos, tuvimos 1158 plantas infectadas de las 1250 inoculadas, obteniendo un porcentaje de incidencia (PI) del 92.64%. En cuanto a los pesos, la relación de el promedio de *peso total de mazorca infectada* en las muestras seleccionadas fue de 332.2 gr. por planta, y de *peso único de hongo* de 126.2 gr., donde el índice de severidad (IS) fue del 37.98% de la mazorca; para las plantas inoculadas en jilote, se tuvo que de las 1250 plantas inyectadas, 1194 presentaron tumores significativos, logrando con esto un porcentaje de incidencia (PI) del 95.52%. Los pesos promedio de *peso total de mazorca infectada* y de *peso único de hongo*, fueron de 360 gr. y 326 gr. respectivamente, consiguiendo un índice de severidad (IS) del 90.55%. Al hacer los estimados por medio del muestreo estadístico, alcanzamos un margen considerable en cuanto a la producción del hongo, donde en las plantas inoculadas en jilote obtuvimos un mejor resultado, pudiendo alcanzar hasta un rendimiento de 21.79 ton/ha contra las 8.18 ton/ha inoculadas en estilos en una densidad de siembra de 70,000 plantas/ha en ambas. Mostrando también que en el caso de la inyección en jilote, hubo una cobertura más amplia por parte de las agallas del hongo (IS) y un porcentaje de incidencia más alto, dando a notar de manera clara la razón de su mayor producción.

Al inocular en estilos, se observó una inusual producción de antocianinas en esa zona, este pigmento es utilizado por la planta como un medio de defensa contra agentes patógenos que pueden causarle alguna enfermedad o daño. Cabe destacar que este híbrido está catalogado por su casa comercial como un material resistente a el carbón de la espiga y el carbón común.

Al producir esta gran cantidad de antocianinas en los estilos, podemos concluir que esta fue la razón de su variación en cuanto a la infección de las plantas, pero sobre todo en el notable menor rendimiento y producción de el hongo, ya que el tratamiento agronómico, la cantidad de inóculo y la inoculación en la fase fenológica óptima fue la misma que se usó en los infectados en jilote.

### **Cotejo entre los análisis de suelo en las zonas de producción del huitlacoche y los testigos.**

Dentro de los análisis de suelo hechos a las 2 zonas del predio donde se dividió en maíces inoculados y no inoculados, encontramos varias diferencias en los valores arrojados por parte del laboratorio, comparando las lecturas del análisis, tenemos que el suelo que alojó al maíz infectado, contiene un 22% más nitrógeno en relación al suelo que tuvo al maíz no inoculado, en calcio fue mayor por 5.40%, en manganeso 60.50% mayor, zinc 114.28% más y de materia orgánica obtuvimos un 50.55% más, todo esto comparado con el suelo que tuvo como cultivo el mismo híbrido, con el mismo tratamiento, el mismo manejo, pero con la diferencia que no fueron inoculadas sus plantas.

En estudios anteriores, se ha demostrado que el hongo *U. maydis* es capaz de fijar nitrógeno y otros elementos para uso del mismo en condiciones axénicas, pero no había pruebas de que este pudiera compartirlos con otro ser vivo.

### **CONCLUSIONES**

El resultado en el rendimiento de la producción orgánica del huitlacoche fue claramente superior a los ensayos convencionales hechos por otros autores, esto debido a las amplias ventajas que representa utilizar esta opción por encima de otras, tales como una producción mayor del cultivo, menor impacto medioambiental, mayor tiempo de utilidad del suelo, etc.

Para un mejor resultado de producción, la zona ideal para inoculación del hongo es el área del jilote, ya que en este se dispersa de una manera más fácil y abarca mayor zona de contagio, debido a que en esta parte los agentes de defensa que produce la planta son muy pocos.

El hongo *Ustilago maydis* es un gran productor y fijador de nitrógeno, este no sólo lo produce para “su consumo”, sino que también permite que la planta hospedera lo use para beneficio propio, haciendo de esto, una simbiosis que favorece la traslocación de los elementos producidos hacía el suelo.

## **AGRADECIMIENTOS**

Al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN Unidad Irapuato, por las facilidades al proporcionarnos parte de su material genético.

Al Tecnológico Nacional de México-Roque, por los recursos brindados para la realización de esta investigación.

Al Doctor José Ruiz Herrera, por su excelente dirección y tutela, además de compartir gran parte de su conocimiento con los demás integrantes del equipo de trabajo.

A la Doctora Claudia G. León Ramírez, por su gran esfuerzo para que la colaboración entre las instituciones implicadas en la investigación fuera de una manera más sencilla y significativa, además de su gran aporte intelectual y práctico.

Al M.C. Francisco Chablé Moreno, por su aportación de información y materiales genéticos, por la asesoría brindada.

A mis compañeros alumnos del TecNM-Roque, Allan Soria y Fernando González, co-autores de este trabajo.

A la Ing. Elisa Franco Vadillo, por ser el pilar principal de este grupo de investigación, por su tiempo, esfuerzo y patrocinio en diferentes ocasiones.

## **LITERATURA CITADA**

Ruíz, H. J. (2008, noviembre 1). Ustilago maydis: ascenso de un hongo mexicano de la gastronomía local al mundo científico. *Revista Electrónica Nova Scientia*, 1, 19.

Villanueva, V. C.; Sánchez, R. E.; Villanueva, E. S. 2007. *El Huitlacoche y su cultivo*. Editorial Mundi Prensa. México, D.F. 96 p.

Villanueva, V. C. 1997. Huitlacoche (*Ustilago maydis*) as a food in México. *Micol. Neotrop. Apl.* 10: 73-81.

Valdez, M. M.; Valverde, G. M. E.; Paredes, L. O. 2009. Procedimiento tecnológico para la producción masiva de huitlacoche. *CINVESTAV-Irapuato. Sinnco*. pp. 1-16.

- Madrigal, R. J.; Villanueva, V. C.; Sahagún, C. J.; Acosta, R. M.; Martínez, M. L.; Espinosa, S. T. 2010. Ensayos de producción de huitlacoche (*Ustilago maydis* Cda.) hidropónico en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 16(3): 177-182.
- Christensen, J. J. 1963. Corn smut caused by *Ustilago maydis*. Monograph No. 2. The American Phytopathological Society. 41 p.
- Valverde, M. E. 1992. Estudios sobre la infección de *Ustilago maydis* (Huitlacoche) y sus características alimentarias. Tesis de Maestría. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Unidad Irapuato. pp. 10-37.
- Vanegas, P. E.; Valverde, M. E.; Paredes, L. O.; Pataky, J. K. 1995. Production of the edible fungus huitlacoche (*Ustilago maydis*): efecto maize genotype on chemical composition. *Journal of Fermentation and Bioengineering* 80(1): 104-106.
- Fageria, N. K. 2007. Green manuring in crop production. *J. Plant Nut.* 30: 691-719.
- Mendoza, T. C. 2004. Evaluating the benefits of organic farming in rice agroecosystems in the Philippines *J. Sust. Agric.* 24: 93-115.
- Flores, C. C. and S. J. Sarandón. 2004. Limitations of neoclassical economics for evaluating sustainability of agricultural systems: Comparing organic and conventional systems. *J. Sust.* 24: 77-91.
- Miller, P. R., D. E. Buschena, C. A. Jones, and J. A. Holmes. 2008. Transition from intensive tillage to no-tillage and organic diversified annual cropping systems. *Agron J.* 100: 591-599.
- Ouédraogo, E., A. Mando, and N. P. Zombré. 2001. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agric. Ecosyst. Environ.* 84: 259-266.
- Courtney, R. G. and G. J. Mullen. 2008. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresour. Technol.* 99: 2913-2918

## CONTROL BIOLÓGICO DE LA MANCHA NEGRA DEL NOPAL CON *Trichoderma* sp.

Andrés Mandujano-Bueno<sup>1</sup>; Juan Gabriel Angeles-Núñez<sup>1</sup>; Talina Olivia-Martínez Martínez<sup>1</sup>;  
José Francisco Salazar-Valenzuela<sup>§\*</sup>

\*Estudiante de ingeniería agroindustrial de la Universidad Politécnica de Guanajuato, Campus Cortazar, <sup>1</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Bajío, km. 6.5, Carretera Celaya-San Miguel de Allende, Celaya, Gto., C.P. 38110. [15030145@upgto.edu.mx](mailto:15030145@upgto.edu.mx)

### RESUMEN

En el centro de México, el nopal (*Opuntia ficus-indica* Mill) es un cultivo de importancia económica, en 2018 mantuvo un valor de producción de \$2,063 MDP. Es una planta resistente a adversidades ambientales, sin embargo, las enfermedades y plagas ponen en riesgo su sobrevivencia, productividad y calidad. La mancha negra es la principal enfermedad del nopal, está asociada a un complejo de hongos: *Pseudocercospora opuntiae*, *Colletotrichum gloesporioides*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* sp., y *Pestalotia* sp. Aunque no existen datos exactos sobre pérdidas económicas que causa la mancha negra, se han encontrado incidencias en huertas comerciales del 70 %. Para enfrentar esta situación, los productores realizan control químico, sin embargo, este tipo de control encarece el cultivo, contamina el ambiente, genera resistencia en los patógenos y reduce la calidad de la producción. El uso de *Trichoderma* sp., para el control de la mancha negra es una alternativa de control biológico que es orgánica, económica y eficiente. Para determinar la efectividad del control de la mancha negra del nopal utilizando *Trichoderma* sp., se realizaron pruebas en laboratorio y campo; en laboratorio se aislaron y caracterizaron los hongos patógenos encontrados en trozos de nopal que presentaban síntomas de mancha negra, para después confrontarlos con la cepa INI-093 de *Trichoderma* sp; en campo se estableció un lote experimental con dos tratamientos control químico y control biológico en bloques completos al azar con tres repeticiones. Los resultados en laboratorio indican que la cepa INI-093 inhibe el crecimiento de los hongos fitopatógenos y las pruebas en campo indican que la aplicación foliar de 1.0 kg del biofertilizante INI093 cada 15 días durante los cuatro meses de mayor presión de la enfermedad:

octubre a enero, ayuda a cicatrizar lesiones causadas por mancha negra, controlar la enfermedad hasta un 90% y favorecer la brotación de nopalitos hasta 10%.

*Palabras clave: Mancha negra, control biológico, Trichoderma sp.*

## **ABSTRACT**

In central Mexico, the prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) is a crop of economic importance, in 2018 it maintained a production value of \$ 2,063 MDP. It is a plant resistant to environmental adversities, however, diseases and pests put their survival, productivity and quality at risk. Black spot is the main nopal disease, it is associated with a fungal complex: *Pseudocercospora opuntiae*, *Colletotrichum gloesporioides*, *Alternaria alternata*, *Fusarium* sp., And *Pestalotia* sp., Although there are no exact data on economic losses caused by the black spot, incidents have been found in commercial orchards of 70%. To face this situation, the producers carry out chemical control, however, this type of control makes the crop more expensive, pollutes the environment, generates resistance in the pathogens and reduces the quality of production. The use of *Trichoderma* sp., For the control of black spot is an alternative of biological control that is organic, economical and efficient. To determine the effectiveness of the control of the black spot of the cactus using *Trichoderma* sp., Laboratory and field tests were performed; In the laboratory, the pathogenic fungi found in prickly pear cactus pieces that showed black spot symptoms were isolated and characterized, and then confronted are the strain INI-093 of *Trichoderma* sp; In the field an experimental lot was established with two treatments chemical control and biological control in randomized complete blocks with three repetitions. Laboratory results indicate that the INI-093 strain inhibits the growth of phytopathogenic fungi and field tests indicate that the 1.0 kg foliar application of the INI093 biofertilizer every 15 days during the four months of greatest disease pressure: October to January, helps to heal injuries caused by black spot, control the disease up to 90% and favor the sprouting of nopalitos up to 10%.

*Key words: Black spot, biologic control, Trichoderma sp.*

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas productivos agrícolas, la forma más común de hacer frente a los problemas por hongos fitopatógenos es a través del uso de productos químicos, cuyo uso indiscriminado ha alterado significativamente los constituyentes orgánicos y vivos del suelo y con ello el equilibrio ecológico. Los países que poseen una agricultura activa basada en el uso de productos químicos contribuyen de manera importante en la generación de contaminantes que afectan los mantos freáticos, el aire y al mismo ser humano. Actualmente a nivel global se están firmando compromisos y acuerdos, para hacer frente a la problemática que vive el planeta referente a las emisiones contaminantes generadas por el sector agrícola. Debido a esta problemática, se están buscando alternativas biológicas que favorezcan el desarrollo de suelos fértiles llevando a una sostenibilidad agrícola, que represente beneficios para el hombre y para el balance ecológico (López, 2013). La conservación de los recursos productivos y del medio ambiente son dos exigencias básicas, en una agricultura sostenible; así, al considerar el daño ambiental que produce la aplicación excesiva y periódica de productos químicos, surge un creciente interés en usar técnicas basadas en la manipulación de microorganismos como una alternativa hacia la sustitución parcial o total de estos insumos de origen químico.

En suelos agrícolas se encuentran hongos fitopatógenos tales como *Alternaria* spp., *Fusarium* spp., *Rhizoctonia* spp., *Colletotrichum* spp., *Pseudocercospora* spp., *Pestalotia* spp., entre otros que atacan a los cultivos de importancia económica a nivel mundial, causando grandes pérdidas económicas (Bertrand *et al.*, 2000; Venner *et al.*, 2009).

En el centro de México el nopal es un cultivo de gran importancia económica, de su producción depende el sustento de muchas familias, sin embargo, la presencia de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos es un problema común que en la mayoría de las ocasiones causa la pérdida total de las huertas de producción. Actualmente en México no existen fungicidas destinados al combate de esta enfermedad, por lo que, la aplicación de plaguicidas en muchos casos se realiza de forma empírica, sin considerar los riesgos de la aplicación irracional de estos productos como residuos de agroquímicos en nopalitos o frutos tratados, intoxicación de los operarios de agroquímicos, contaminación del suelo y mantos acuíferos, así como inducción de resistencia de los hongos fitopatógenos a los ingredientes activos.

En base a lo anterior y considerando las nuevas regulaciones y restricciones en el uso de plaguicidas y la demanda de productos orgánicos, crece el interés por el uso de alternativas a los fungicidas para el manejo de enfermedades, particularmente el uso de microorganismos benéficos como *Trichoderma* spp (Chet and Inbar, 1994; Chet and Benhamou, 1998; López, 2013). El uso de estos organismos como agentes de control biológico de enfermedades es de gran interés en la actualidad, la presencia endofítica de *Trichoderma* sp, juega un importante rol en el desarrollo y sanidad de los cultivos agrícolas, ya que estos hongos antagónicos favorecen el crecimiento por que contribuyen a la asimilación de nutrientes o por la producción de metabolitos secundarios (Muller *et al.*, 1984; Altomare *et al.*, 1999; Infante *et al.*, 2009). *Trichoderma* sp, ejerce control biológico de patógenos a través de la producción de sideróforos así como la secreción de metabolitos secundarios tales como: proteasas, quitinasas, antibióticos (Infante *et al.*, 2009; Evangelista *et al.*, 2007). Cada vez hay más grupos de trabajo que se suman a la búsqueda y uso de microorganismos capaces de ejercer control biológico contra los principales agentes infectantes que merman el rendimiento y la calidad de los cultivos agrícolas ya que estos han mostrado múltiples beneficios al interactuar con las plantas. El objetivo del trabajo consistió en determinar los efectos biológicos y la efectividad de la cepa de *Trichoderma* sp., INI-093 sobre el complejo de hongos causantes de la mancha negra del nopal, para lo cual se realizaron trabajos de laboratorio y de campo. Con esto se pretende generar una alternativa económica y ambientalmente viable para controlar una de las enfermedades más devastadoras del nopal en el Centro de México.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los trabajos de campo y laboratorio se realizaron en el Campo Experimental Bajío del INIFAP, localizado en Celaya, Gto., como se describe a continuación:

### **Trabajo en laboratorio.**

El trabajo en laboratorio constó de tres pasos: aislamiento de hongos fitopatógenos, caracterización y pruebas de confrontación, las cuales se describen a continuación.

**Obtención de los fitopatógenos.** Para aislar las cepas de los hongos fitopatógenos se colocaron fragmentos de tejido de nopal con lesiones color café a negro, las cuales inician con la presencia de puntos pequeños color olivo que aumentan de tamaño y cambian a un color café oscuro

(Martinez-Martínez et al., 2017; Quezada-Salinas et al., 2006), sobre placas de medio de cultivo Agar Dextrosa y Papa (PDA) y se incubaron en cámara de crecimiento a 28°C durante 72 horas.

**Características macroscópicas.** Se evaluó la textura, color, forma, superficie y borde de las colonias crecidas en el Medio PDA.

**Características microscópicas.** Se utilizó solución salina y/o azul de lacto fenol para teñir los hongos y posteriormente con ayuda de un montaje en portaobjetos generar fotografías.

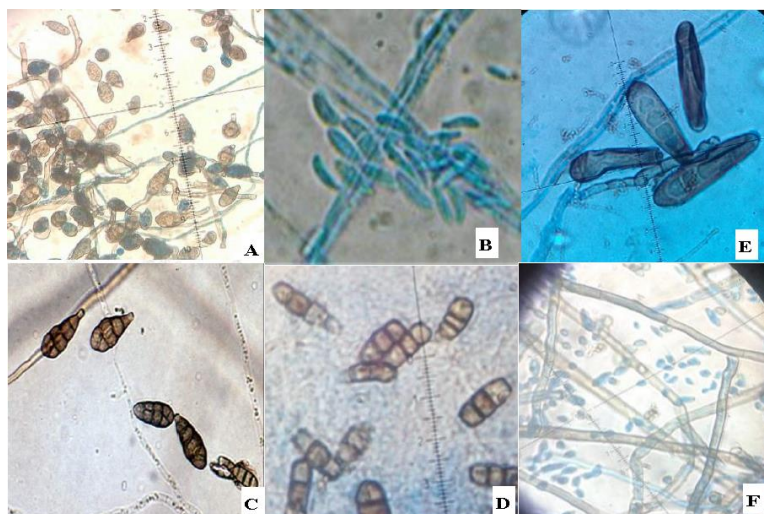
**Pruebas de confrontación.** En placas de medio de cultivo PDA, en extremos equidistantes, se colocaron la cepa INI-093 de *Trichoderma* sp., y las cepas de los hongos fitopatógenos a evaluar. La placa de la confrontación se incubó a 28°C en una cámara de crecimiento por un periodo de 7 días, durante ese tiempo se monitoreó la evolución y desarrollo de los hongos cultivados, se utilizó el Porcentaje de Inhibición del Crecimiento Radial (PICR) como indicador de control.

### **Trabajo en campo**

En una huerta de nopal verdura de la variedad selección 6, afectada por mancha negra del nopal se establecieron dos tratamientos 1) control químico, 500 ml del fungicida tebuconazole al 25% y 2) control biológico 1.0 kg de la cepa de *Trichoderma* sp INI-093. en cada uno de los tratamientos, se realizaron ocho aplicaciones foliares, quincenalmente durante los cuatro meses de mayor presión de la enfermedad: octubre a enero. Antes y después del tratamiento se realizaron muestreos para determinar el porcentaje de daño de la mancha negra del nopal. Los resultados se graficaron y compararon.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los resultados obtenidos en laboratorio muestran que las muestras de material vegetal de nopal enfermo presentaron estructuras reproductivas de los hongos *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., *Stemphylium* sp., *Pestalotia* sp., *Bipolaris* sp., y *Colletotrichum* sp (Figura 1).



**Figura 1.** Estructuras reproductivas de hongos fitopatógenos aislados en nopal enfermo A) *Alternaria* sp., B) *Fusarium* sp C) *Stemphylium* sp., D) *Pestalotia* sp., E) *Bipolaris* sp., y F) *Colletotrichum* sp.

Los resultados de las pruebas de confrontación indican que la cepa de *Trichoderma* sp., INI-093 controla en su totalidad el crecimiento de los hongos *Alternaria* sp., *Bipolaris* sp., y *Colletotrichum* sp., mientras que a *Pestalotia* sp., lo controló en 90%. El control de *Stemphylium* sp. *Fusarium* sp., en promedio fue de 34% (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Cálculo del PICR para *Trichoderma* sp. vs fitopatógenos aislados.

Aislado Fitopatógeno	PICR (%)
<i>Alternaria</i> sp.	100
<i>Bipolaris</i> sp.	100
<i>Colletotrichum</i> sp.	100
<i>Pestalotia</i> sp.	90
<i>Stemphylium</i> sp.	31.79
<i>Fusarium</i> sp	36.66

El microorganismo INI093 de *Trichoderma* sp., como agente de control biológico, posee un mecanismo de acción que consiste en invadir rápidamente el sustrato y obstaculiza el crecimiento del micelio de otros hongos, mediante la producción de toxinas y antibióticos, aunado a esto la *Trichoderma* sp, se une a las hifas del huésped penetrando su pared celular mediante la secreción de enzimas hidrolíticas que degradan componentes de la pared celular formando así orificios en el

hongo huésped a través de los cuales extraen nutrientes que utilizan para su crecimiento y desarrollo (Infante *et al.*, 2009; Harman *et al.*, 2004; Hermosa *et al.*, 2000; Altomare *et al.*, 1999; Samuels, 1996; Díaz, 1994).

Las pruebas realizadas en campo mediante la aplicación foliar de 1.0 kg de la cepa INI-093 de *Trichoderma* sp., muestran que después de ocho aplicaciones quincenales fue posible cicatrizar las lesiones provocadas por la mancha negra y controlar la enfermedad hasta un 90% Cuadro 2 y Figura .

**Cuadro 2.** Porcentaje quincenal de control de la mancha negra de nopal mediante aplicaciones foliares de la cepa de *Trichoderma* sp., INI-093.

Tramamiento/quincena	% de control							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Químico</b>	0	5	15	27	42	63	85	93
<b>Biológico</b>	0	3	12	26	40	60	80	90



a)



b)

**Figura 2.** a) Parcela afectada por mancha negra del nopal, b) vista de la parcela después de ocho aplicaciones quincenales de INI093

Los resultados obtenidos al contrastar el control químico y biológico de la mancha negra del nopal generó resultados similares. El beneficio de utilizar el control biológico consiste en que es más barato, más amigable con el medio ambiente y contribuye a la inocuidad del nopal.

Estos resultados concuerdan con algunas investigaciones realizadas en países como Cuba donde se han observado resultados satisfactorios en el control de hongos fitopatógenos como *Phytophthora nicotianae*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* entre otros hongos de importancia agroeconómica, a través de biopreparados a base de *Trichoderma* sp., (Stefanova et al., 1999).

## CONCLUSIONES

La cepa de *Trichoderma* sp., INI-093, en pruebas de laboratorio y de campo, controló eficazmente los hongos causantes de la mancha negra del nopal, por lo que se considera como alternativa para el control de dicha enfermedad.

Además del beneficio económico la utilización de productos biológicos genera menores impactos al medio ambiente.

## LITERATURA CITADA

- Altomare, C., W. A. Norvell., T. Björkman and G. E. Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. *Appl. Environ. Microbiol.* 65:2926-2933.
- Bertrand, B., C. Nuñez and J. L. Sarah. 2000. Disease complex in coffee involving *Meloidogyne arabicida* and *Fusarium oxysporum*. *British society for plant pathology.* 49(3):383-388.
- Chet, I., and S. H. Benhamou. 1998. Mycoparasitism and lectin enzymes. In: *Trichoderma & Gliocladium: Enzymes, biological control and commercial applications.* Harman GE, Kubice CP. (Eds.). 2:153-152. Taylor & Francis Ltd., London, UK.
- Chet, I., and J. Inbar. 1994. Biological control of fungal pathogens. *Applied Biochemistry and Biotechnology.* 48:37-43.
- Díaz, J. 1994. Algunos aspectos biológicos de *Trichoderma* y su posible uso como biocontrol. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Agraria de La Habana.
- Evangelista, Z., y A. Moreno. 2007. Metabolitos secundarios de importancia farmacéutica producidos por actinomicetos. *Biotecnología.* 11(3):1-50.
- Harman, G. E., C. R. Howell., A. Viterbo., I. Chet and M. Lorito. 2004. *Trichoderma* species Opportunistic, Avirulent Plant Symbionts. 2:43-56. *Nature Reviews Microbiology.*

- Hermosa, M. R., I. Grondona., E. Monte., E. A. Iturriaga., J. M. Dáz-Minguez., C. Castro., E. Monte and J. M. García-Acha. 2000. Molecular characterization and identification of biocontrol isolates of *Trichoderma* spp. *App.I Environ. Microbiol.* 66:1890-1898.
- Infante, D., B. Martínez., N. González y Y. Reyes. 2009. Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Rev. Protección veg.* 24(1):14-21.
- López, N. 2013. Efecto de aislados de los géneros *Streptomyces* y *Bacillus* como promotores del crecimiento vegetal en frijol. Tesis de maestría. Instituto Politécnico Nacional, México.
- Martinez-Martinez, T. O., J. G. Angeles-Núñez., A. Mandujano-Bueno y M. de J. Ávila-Escobedo. 2017. Control Biológico de la mancha Negra del Nopal Mediante *Trichoderma* sp. Instituto nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y pecuarias. Centro de Investigación Regional Centro. Campo Experimental bajío, Celaya, Gto., México. Desplegable Técnico Núm. 12.
- Muller, G., B. F. Matzanke y K. N. Raymond. 1984. El transporte de hierro en *Streptomyces pilosus* mediada por sideróforos ferricromo.
- Quezada-Salinas, A., S. Sandoval-Islas., D. Alvarado-Rosales y E. Cárdenas-Soriano. 2006. Etiología de la mancha negra del nopal (*Opuntia ficus-indica* Mill) en Tlalnepantla, Morelos, México. *Agrociencia.* 40:641-653.
- Samuels, G. J. 1996. *Trichoderma*: A review of biology and systematics of the genus. *Mycol Res.* 100:923-935.
- Stefanova, M., A. Leiva., L. Larriganaga., M. F. Coronado. 1999. Actividad metabólica de cepas de *Trichoderma* spp., para el control de hongos fitopatógenos del suelo. *Revista Facultad de Agronomía.* 16:509-516.
- Venner, C. y M. J. Hernández. 2009. Aislamiento y selección de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en cultivos de uchuva (*Physalis peruviana* L.). Tesis de licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.

## **EFFECTOS SUBLETALES DE LA ABAMECTINA EN EL DESARROLLO DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (*Plutella xylostella*)**

Anselmo Montero-Rojas<sup>1</sup>; José Francisco Rodríguez-Rodríguez<sup>2</sup>; Francisco Cervantes-Ortiz<sup>3</sup>;  
Hugo Cesar Cisneros-López<sup>3</sup>; Ricardo Yáñez-López<sup>3</sup>; Luis Patricio Guevara Acevedo<sup>3§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto., <sup>2</sup>Estudiante de Doctorado en Ciencias en Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Saltillo, Coah. <sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [lpguevara@itroque.edu.mx](mailto:lpguevara@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

Uno de los principales problemas para las crucíferas en específico el brócoli *Brassica oleracea* var. *Itálica*, es la palomilla dorso de diamante la cual ocasiona daños graves en la estética del producto dejando a su paso pérdidas económicas considerable para los productores. Este insecto plaga ha desarrollado resistencia a muchos de los grupos toxicológicos debido al uso irracional provocando grandes problemas para su control. Por lo antes mencionado el objetivo de esta investigación fue determinar los efectos subletales en la biología y tiempo de desarrollo de una población susceptible de *Plutella xylostella* al insecticida abamectina. Se utilizaron individuos susceptibles sin presión de selección desde 1996, se determinó la CL<sub>20</sub> mediante bioensayos de inmersión, posteriormente se estudiaron los efectos subletales de la abamectina sobre el porcentaje pupal, peso de pupas, porcentaje de adultos, proporción sexual, así como los efectos en el tiempo de desarrollo de cada una de las fases y en la oviposición. Los progenitores presentaron resultados significativos en pupas para la línea tratada en comparación con el testigo en blanco. Así mismo se compararon los datos resultantes de adultos sin registro diferencial. Por otro lado, los descendientes demostraron diferencias en cada una de las líneas evaluadas para los aspectos pupas, adultos a excepción del porcentaje de sexualidad de los individuos en los cuales no arrojó datos de diferencia de aumento o disminución. El efecto subletal tuvo un comportamiento con un aumento en el número de huevos por día de las hembras de la línea con aplicación, esto se reflejó en la generación de descendientes en comparación con la línea no tratada. El efecto de la abamectina también generó un daño subletal en el ciclo biológico de *P. xylostella* dejando así diferencias significativas en la fase de huevo, larva

1, en pupa, adulto y la proporción sexual, sin embargo, para el tiempo total de desarrollo no hay un efecto significativo al aplicar una  $CL_{20}$  de abamectina.

*Palabras clave: Plutella xylostella, abamectina, efectos subletales*

## **ABSTRACT**

One of the main problems for the cruciferous specifically the broccoli *Brassica oleracea var. Itálica*, is the diamond back moth which causes serious damage to the aesthetics of the product, leaving considerable economic losses for producers. This pest insect has developed resistance to many of the groups toxicological due to irrational use, causing many problems for its control. By the after mentioned, the objective was to determine the sublethal effects in the biology and development time of a susceptible population of *Plutella xylostella* at Abamectin insecticide. Were used susceptible individuals without selection pressure were used since 1996,  $LC_{20}$  was determined by immersion bioassays, subsequently studied the sublethal effects of abamectin on the Pupal percentage, weight of pupae, percentage of adults, sexual proportion, as well as the effects on the development time of each of the phases and in oviposition. The parents presented significant results in pupae for the treated line compared to the blank control. Likewise, the resulting data of adults without differential registration were compared. On the other hand, the descendants showed differences in each of the lines evaluated for the pupae aspects, adults except for the percentage of sexuality of the individuals in which it did not show data of difference of increase or decrease. The sublethal effect had a behavior with an increase in the number of eggs per day of the females of the line with application, this was reflected in the generation of offspring compared to the untreated line. The effect of abamectin also generated a sublethal damage in the biological cycle of *P. xylostella*, leaving significant differences in the phase of egg, larva 1, pupae, adult and sexual proportion, however, for the total time of development there is not a significant effect when applying a  $CL_{20}$  of abamectin.

*Key words: Plutella xylostella, abamectin, sublethal effects*

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de brócoli *Brassica oleracea var. Itálica*, es de gran importancia en México, ya que se posiciona como 5° productor mundial, siendo los meses de marzo y abril son los que presentan los mejores rendimientos en para esta hortaliza (SIAP, 2018). Para el 2017, la producción de brócoli tuvo la mayor superficie sembrada, mejores rendimientos y menor superficie siniestrada donde se registró poco más de 374 mil toneladas y por las que obtuvo 408 millones de dólares. El 90% de la producción de brócoli a nivel nacional la generan los estados de Jalisco (23,694 ton), Sonora (37,463 ton), seguido de Michoacán (41,516 ton), Puebla (47091 ton), y finalmente posicionando como primer lugar al Estado de Guanajuato con un volumen de 574960 ton, generando un significativo ingreso de 85 millones de pesos (SIAP, 2018). El principal destino comercial para esta hortaliza es Estados Unidos adquiriendo un 97.5% de este vegetal, seguido de Canadá con un total de seis mil 815 toneladas (SIAP, 2018). La producción de esta crucífera se ve económicamente en desventaja por la presencia de plagas, en específico por la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), que afecta la estética del producto por medio de su ciclo de vida, contaminando con huevos, larvas y pupas. *P.xylostella* se considera una de las plagas más difíciles de controlar por la amplia superficie sembrada durante la mayor parte del año ofertando abundante alimento en todas la etapas fenológicas del cultivo (Xia *et al.*, 2014). El ciclo vida de PDD presenta 4 instares larvarios, el primer estadio o nombrado también como L1, es cual donde produce uno de los mayores daños, penetrando el interior de las hojas, dejando pequeñas minas a simple vista. A partir del segundo instar, toman un comportamiento distinto a la inicial como lo es la defoliación, consumiendo preferentemente el envés de la hoja y dejando las venas o las partes más duras intactas. A medida que el área foliar crece, los orificios se agrandan reduciendo así mismo la aparición de la primera hoja antes de la inflorescencia provocando el inadecuado desarrollo o el aborto de esta misma (INIA, 2015). Por lo que *P. xylostella* puede generar elevados costos de producción y manejo, (INIFAP, 2013). Se estiman a nivel mundial, las pérdidas directas en US \$ 1 mil millones (Gryzwacz *et al.*, 2010). Hasta el momento, el control químico es el principal para el manejo de *P. xylostella*, siendo las diamidas, avermectinas, piretrinas, y Bt los grupos químicos más utilizados para su control. Sin embargo, el uso excesivo de los insecticidas ha dejado como resultado el desarrollo de resistencia en las plagas, provocando en conjunto el riesgo presencial de residuos en el producto comestible que a su vez lleva de la mano al personal de campo (INIFAP, 2013). La

toxicología demográfica es una técnica ecotoxicológica que ayuda al manejo de resistencia y al uso eficiente de insecticidas que integra los parámetros de la tabla de vida en el contexto de la toxicología. Los parámetros de la tabla de vida de poblaciones expuestas a diversas concentraciones de un veneno se han comparado con poblaciones no expuestas. La abamectina es un insecticida perteneciente al grupo de la avermectina que actúa sobre la transmisión nerviosa del insecto: se fija sobre un receptor glutamato de los canales de cloro de la membrana de las células nerviosas, cerca del receptor GABA y minimizan la acción del GABA, lo que genera un aumento en la liberación de este, dando lugar a un potencial de acción (Salazar *et al.*, 2011). Su fijación provoca un flujo de iones Cl<sup>-</sup> al interior de las células nerviosas del parásito, originando su hiperpolarización y una falta de respuesta a los estímulos clásicos, provocando la muerte del insecto (Bowman, 2004). La abamectina en la palomilla dorso de diamante, genera daño contra las larvas de segundo instar (Bújanos *et al.*, 2000). La aplicación al follaje, tiene efectos de reducción al aumento de peso de las larvas de *P. xylostella* a un tiempo de 48 h, la aplicación tópica de abamectina no registra que a larvas de cuarto estadio de esta especie afecte en proporción a el peso de la pupa o la fecundidad del adulto ( $p > 0.05$ ), (GH Abro *et al.*, 1988), La acción tiene un marcado efecto sub-letal de los residuos foliares de abamectina en la alimentación por larvas de *P. xylostella* puede deberse, en gran medida, a una acción anti alimentaria, aunque los estudios no lo revelan en su totalidad. Por lo antes mencionado el objetivo de la presente investigación fue: evaluar el efecto de dosis subletales en el desarrollo de una línea susceptible de *Plutella xylostella*.

## **MATERIALES Y MÉTODOS.**

La presente investigación se realizó en Laboratorio de Fitosanidad del Departamento de Ciencias Agropecuarias del Tecnológico Nacional de México-Roque en Celaya Guanajuato Carretera, Juventino Rosas-Celaya Km 8, 38110 Celaya Gto. Se evaluó los efectos subletales de abamectina en una línea susceptible proporcionada por el INIFAP campus Bajío, la cual ha estado sin presión de selección desde 1996, mantenida en condiciones controladas de a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ , 50% humedad relativa (HR) y a un fotoperiodo de 16:8 h luz: oscuridad para su reproducción. Se realizó un bioensayo con la línea susceptible con abamectina por el método de inmersión (IRAC, 2017), con larvas de tercer instar. utilizando un diseño experimental completamente al azar con 6 concentraciones y un testigo blanco el cual se basó en agua más adherente y 4 repeticiones para

cada tratamiento. Se tomaron hojas de brócoli de 45 días de edad, que posteriormente se sumergieron por 10 s en las concentraciones en estudio y se dejaron secar en papel absorbente durante 60 min para eliminar los excesos, fueron llevadas a cajas petri provistas de papel absorbente saturado con agua, se transfirieron 10 larvas de *P. xylostella* de tercer instar por hoja, utilizando un pincel de pelo de camello 000 y se colocaron en una cámara climática a 25 °C, 50% humedad relativa (HR) y a un fotoperiodo de 16:8 h luz: oscuridad. La toma de datos de mortalidad de larvas se realizó a las 24 h a partir del inicio del experimento. Como criterio de mortalidad se sometió a un estímulo en la parte dorsal de los individuos y todo aquel que no presento movilidad a dicho estímulo se consideró como muerto. Con los datos obtenidos de los bioensayos se realizó una corrección de mortalidad con la fórmula propuesta Abbott (1925). Los resultados de la corrección de mortalidad se sometieron a un Análisis Probit (Finney, 1971) para obtener la curva de respuesta concentración-mortalidad, utilizando el programa SAS system for Windows ver 9.0 (SAS, 2002), obteniendo una CL<sub>20</sub> de 1.5 ppm.

Una vez obtenida CL<sub>20</sub> de la línea susceptible se procedió a evaluar los efectos subletales en la biología y desarrollo de *P. xylostella*. Para ello se tomaron 100 larvas de *P. xylostella*, las cuales se introdujeron en cajas Petri que contenían hojas tratadas de brócoli con la CL<sub>20</sub> de abamectina y se colocó un testigo blanco al que no se aplicó insecticida, se dejaron durante 24 h para la alimentación de las larvas, posteriormente se realizó el cambio de hoja por otra libre de insecticida, se les dio seguimiento hasta la fase de pupa, colocándolas en contenedores plástico de manera individual hasta la emergencia de adulto, se tomaron los datos de porcentaje de pupas, peso de pupas eligiendo 10 pupas al azar y se pesaron en una balanza analítica, así como el porcentaje de adultos emergidos y la proporción sexual de los mismos, posteriormente se formaron parejas y se colocaron en cajas petri provistas de papel absorbente y una hoja de brócoli para determinar ovoposición con el número total de huevos por hembra y el número de huevos por hembra por día hasta el muerte de la hembra. Para su optimo desarrollo de los adultos se alimentaron con agua azucarada al 15 % para obtener satisfactoriamente su copulación. Para continuar con la generación de los descendientes se tomaron 100 huevos de las parejas antes formadas e igualmente se colocaron en hojas de brócoli, se continuo con la toma de datos cada 24 h verificando el tiempo desarrollo de cada uno de los estadios de *Plutella xylostella* dando el adecuado seguimiento hasta registrar la muerte de los adultos. Así mismo de la generación descendiente se registraron datos

como el de porcentaje pupal, peso de pupa, el porcentaje de emergencia de adultos, así como su proporción sexual y ovoposición. Con los valores con los datos obtenidos de las variables de desarrollo de *P. xylostella* se realizó un Análisis de Varianza (ANVA), y se aplicó la prueba de Tukey ( $\alpha < 0.05$ ) para la separación de las medidas, R versión 3.3.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra los efectos subletales de la CL<sub>20</sub> de abamectina en una línea susceptible de *P. xylostella* en el porcentaje pupal, peso de pupas, adultos emergidos y proporción sexual, en donde se observa que para el porcentaje de pupas y peso de pupas la línea susceptible supero a LS tratada con la CL<sub>20</sub> de abamectina en 35.71 y 235.46% respectivamente estos valores son superiores a los reportados por Abro *et al.*, (1993) quienes observo incrementos del 4.9% en el peso de larvas de tercer estadio de *Spodoptera fittoralis* con aplicaciones subletales de abamectina.

Para el porcentaje de adultos emergidos se observa diferencia significativa solo para los descendientes, además se reporta una disminución de 8.8% respecto a los progenitores al aplicar la CL<sub>20</sub> de abamectina, estos valores coinciden con lo reportado por Marc y Viñuela *et al.* (1999) y Mahmoudvand *et al.* (2011b) quienes observaron que concentraciones subletales de hexaflumuron y indoxacarb en *Ephestia kuehniella* y *P. xylostella* respectivamente, reducen la emergencia de adultos.

**Cuadro 1.** Comparación de medias de los efectos subletales en el porcentaje pupal, peso de pupas, adultos emergidos y proporción sexual de *Plutella xylostella* expuestos a abamectina.

Trat*	n	Progenitores			
		% Pupas	Peso de pupas (mg)	% Adultos	P. S <sup>1</sup>
L.S	100	95 ± 7.071 a	4.73 ± 0.802 a	86 ± 8.432 a	1.36 ± 0.921 a
L.S (CL <sub>20</sub> )	100	70 ± 20.000 b	1.41 ± 0.919 b	82.44 ± 17.23 a	1.61 ± 0.566 a
Descendientes					
L.S	100	95.66 ± 7.673 a	4.19 ± 0.696 a	85.57 ± 7.538 a	1.92 ± 1.258 a
L.S (CL <sub>20</sub> )	100	52.00 ± 26.997 b	1.05 ± 0.602 b	75.199 ± 26.651 b	1.27 ± 1.778 a

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey,  $\alpha < 0.05$ ); <sup>1</sup>Proporción sexual;

\*Tratamientos.

Los efectos subletales de la abamectina en el número promedio de huevos por hembra por día de *P. xylostella* se muestran en el cuadro 2, donde se puede observar que al aplicar una dosis subletal la ovoposición se ve disminuida hasta en un 35 % respecto a la línea susceptible sin aplicación, Sin embargo, esta misma se ve afectada con un aumento de HHD para la generación de descendiente 56 % en comparación a LS sin aplicación, al respecto,

Mahmoudvand *et al.* (2012) reportan que el tiempo de ovoposición de las hembras fue menor con la aplicación hexaflumurón además de disminuir el periodo posterior a la ovoposición. Por su parte Zhang *et al.* (2015) realizaron la investigación con la aplicación de cantaridina obteniendo datos de 16.8, 15.0, 16.9 y 15.4 de HHD que genero un retraso significativo en el inicio de ovoposición en poblaciones expuestos a cantaridina en comparación con la aplicación de abamectina donde los datos fueron superiores a los antes mencionados.

**Cuadro 2.** Efectos subletales del Abamectina en el número promedio de huevos por hembra por día de *Plutella xylostella*.

Trat*	Progenitores		Descendientes	
	HHD <sup>2</sup>	Total	HHD <sup>2</sup>	Total
L.S	34.02 ± 6.886 a	160.2 ± 40.812 a	24.56 ± 6.023 a	145.8 ± 15.466 a
L.S (CL <sub>20</sub> )	22.04 ± 10.237 b	153.6 ± 103.56 a	38.53 ± 16.756 a	152.6 ± 44.286 b

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey,  $\alpha < 0.05$ ); <sup>2</sup>Huevos por Hembra por Día; \*Tratamientos.

En el Cuadro 3 se muestran los efectos subletales en el tiempo de desarrollo de cada una de las fases de *P. xylostella*, donde se observa diferencia significativa en las fases de huevo, larva 1, pupa, adulto, hembra, y macho, en comparación con Mohammad Mahmoudvand *et al.* (2012) que realizar una aplicación de indoxacarb a la generación de descendientes observó que las dosis subletales pueden afectar profundamente la supervivencia y la reproducción de la palomilla dorso de diamante presentando datos donde la etapa de larva obtuvo una población mucho más alta en comparación con la población de la etapa adulta en la cual se presentó una disminución de esta, la etapa de huevo, larva y pupa donde el control fue del 97,6% y el porcentaje de la etapa adulta fue del 1,8%,

mostrando así un porcentaje de la etapa adulta con valores de 3 y 3,1% en LC<sub>10</sub> y LC<sub>25</sub> de los grupos con aplicación sin embargo, para el tiempo total de desarrollo no hay un efecto significativo al aplicar una CL<sub>20</sub> de abamectina

**Cuadro 3.** Efectos subletales del Abamectina en las fases de desarrollo de *Plutella xylostella*.

Fase <sup>3</sup>	Tratamientos	
	L. S	L. S (CL <sub>20</sub> )
Huevo	3.55 ± 0.39 a	2.87 ± 0.300 b
Larva 1	1.08 ± 0.179 b	1.84 ± 0.600 a
Larva 2	1.83 ± 0.337 a	1.86 ± 0.282 a
Larva 3	1.91 ± 0.410 a	1.59 ± 0.345 a
Larva 4	1.79 ± 0.276 a	1.50 ± 0.527 a
Pupa	4.05 ± 0.904 a	3.00 ± 0.000 b
Adulto	3.57 ± 0.472 b	5.73 ± 0.754 a
Hembra	4.14 ± 0.000 b	5.20 ± 1.032 a
Macho	2.92 ± 0.000 b	6.26 ± 2.129 a
Total	17.81 ± 0.994 a	18.41 ± 1.457 a

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey,  $\alpha < 0.05$ ); <sup>3</sup>Valor dado en días

## CONCLUSION

La aplicación de dosis subletal de abamectina presenta un efecto positivo en una línea susceptible de *Plutella xylostella*, en etapa de pupa, el peso de ellas, así como la reducción del número de adultos emergidos, cabe destacar que no se debe exceder la dosis establecida por los efectos subletales que se producen en los descendientes al generar un mayor número ovoposiciones y así resultando de un número significativo de individuos por generación. Como recomendación la aplicación oportuna a los primeros avistamientos del insecto sería de mucha ayuda para los productores, así mismo determinándolo como un método de acción eficiente para su control.

## LITERATURA CITADA

Abro, G. H., Dybas, R. A., Green, A. St J. and Wright, D. J. (1988) Toxicity of avermectin B~ against a susceptible laboratory strain and an insecticide-resistant strain of *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Plutellidae). J. Econ. Entomol. 81, 1575-1580

- Bújanos, M.R. 2000. Manejo integrado de plagas en crucíferas. En: Bautista, M., N.; Suarez, A., D. V. TEMAS Selectos en Fitosanidad y Producción de Hortalizas. Colegio de Postgraduados. Montecillos, México.
- G. H. Abro, T. S. Corbitt t, P. T. Christie and D. J. Wright 1993, Department of Biology, Imperial College at Silwood Park, Ascot, Berks SL5 7PY, UK
- Gryzwacz, D., A. Rossbach, D. Russell, R. Srinivasan, A.M. Shelton. (2010). Crop Protection 29 (1): 68-79.
- INIFAP (Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias), 2013. En línea:[http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3911/CIRCE\\_01020851200053062ok.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3911/CIRCE_01020851200053062ok.pdf?sequence=1). Consultado: 12 octubre 2019.
- INIFAP (Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias), 2013. En línea:[http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3911/CIRCE\\_01020851200053062ok.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/3911/CIRCE_01020851200053062ok.pdf?sequence=1). Consultado: 16 octubre 2019.
- INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias), 2015. En línea: <http://www.inia.cl/wp-content/uploads/FichasTecnicasSanidadVegetal/Ficha%2015%20Polilla%20de%20la%20col.pdf>. Consultado: 11 octubre de 2019.
- IRAC (Resistance Action Committee insecticida), 2017. En línea <http://www.iraonline.org/methods/plutella-xylostella-larvae/>. Consultado: 29 de Junio del 2017.
- Mahmoudvand, M., H. Abbasipour, A. Garjan, and A. Bandani. 2011b. Sublethal effects of indoxacarb on the diamondback moth, *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Yponomeutidae). Applied Entomology and Zoology 46:75-80.
- Marco, V., and E. Viñuela. 1999. Efectos del RCI hexaflumuron sobre larvas de la polilla mediterránea de la harina *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae) en aplicación tópica y por ingestión. Influencia de la edad de las larvas tratadas. Boletín de Sanidad Vegetal, Plagas 25:59-68.
- Mohammad Mahmoudvand, Habib Abbasipour<sup>1</sup>, Aziz Sheikhi Garjan, and Ali Reza Bandani<sup>4</sup>. 2012. Decrease In Pupation And Adult Emergence Of *Plutella xylostella* (L.) Treated With Hexaflumuron 72(2): 206-211.

SIAP (Sistema de Información Agrícola y Pecuaria), 2018. En línea:  
[https://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018](https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2018/Atlas-Agroalimentario-2018). Consultado: 26 de marzo de 2019.

Xia, Y. M. Y. H. Lu, J. Shen, X. W. Gao, H. Qiu, J. H. Li. (2014) Resistance monitoring for eight insecticides in *Plutella xylostella* in central China, Crop Prot. 63 131137.

Zhengyu Huang, Yao Wang, And Yalin Zhang. 2015. Lethal And Sublethal Effects Of Cantharidin On Development And Reproduction Of *Plutella Xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae). 1-11

## **ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y CONTENIDO DE CAPSAICINOIDES EN FRUTOS DE CHILES CRIOLLOS (*Capsicum annuum* L.).**

## **PHYSICOCHEMICAL AND CAPSAICINOIDS CONTENT ANALYSIS OF CREOLE PEPPER (*Capsicum annuum* L.).**

Velazco CCE<sup>1,2\*</sup>; Herrera HGM<sup>1</sup>; Pons HJL<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Bajío INIFAP. Km 6.5 Carretera Celaya-San Miguel Allende, Celaya Gto., México C.P. 38110. \*correo: [14980809@itroque.edu.mx](mailto:14980809@itroque.edu.mx). Tel 01 800 088 2222 ext. 85267. <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Roque. Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya Gto., México C.P. 38110

### **RESUMEN**

El cultivo de chiles es una de las especies más importantes por su valor de producción, también es una de las primeras plantas domesticadas que dan como resultado una variedad de tipos de chiles. El consumo de chiles está ligado a la historia de América y en particular a la de México, principalmente en los chiles criollos se consideran importantes por su utilización de varios platillos mexicanos, en especial por su sabor y pungencia (picor o pungencia) por cada uno de estos diferentes tipos de chiles. Las variedades de chiles ancho, mulato y pasilla, cosechadas para su venta como chiles secos, son ingredientes principales de diversos moles. Además, el chile es una fuente excelente de colorantes naturales, vitaminas y minerales. Con el fin de conocer la riqueza en las características físicoquímicas y contenido de Capsaicinoides de variedades de chiles de diferentes productores de Guanajuato, se realizó el presente trabajo, en donde se analizaron las características físico químicas como: color, pungencia, pH, °Brix, acidez titulable, humedad del fruto. El análisis estadístico de los datos consistió de un análisis de varianza por bloques al azar y se realizó la comparación de medias por el método Tukey con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ . Los principales resultados indican que presentaron características similares entre tipos iguales, sin embargo, se encontró que el chile Mulato del productor José Carlos sobresalió por un alto contenido de Capsaicinas.

**Palabras clave:** *Capsicum annuum* L., Chiles criollos, Capsaicinoides

## ABSTRACT

The cultivation of chili peppers is one of the most important species for its production value, it is also one of the first domesticated plants that result in a variety of types of chili peppers. The consumption of chili peppers is linked to the history of America and in particular to that of Mexico, mainly in Creole chilies are considered important for their use of various Mexican dishes, especially for their flavor and pungency by each of these different types of chili peppers. The chilies varieties like Ancho, Mulato and Pasilla, harvested for sale as dried chilies, are main ingredients of various moles. In addition, chili is an excellent source of natural dyes, vitamins and minerals. In order to know the richness in physicochemical characteristics and Capsaicinoids content of varieties of chili peppers from different Guanajuato producers, the present work was carried out, where the chemical physical characteristics were analyzed as: color, pungency, pH, °Brix, titrated acidity, fruit moisture. Statistical analysis of the data consisted of a random block variance analysis and the comparison of means by Tukey method with a significance level of 0.05 was performed. The main results indicate that they had similar characteristics between equal types, however, it was found that the Mulato chili of producer José Carlos Vega excelled by a high content of Capsaicin's.

*Key words:* *Capsicum annuum L., Creole, Capsaicinoids.*

## INTRODUCCIÓN

El chile fue una de las primeras plantas domesticadas y cultivadas en el hemisferio este; se han encontrado algunas semillas y fragmentos de chile desde 900 años a.c. (Jiménez, 2018) (Torres Corona, 2015).

El cultivo del chile (*Capsicum annuum L.*) es una especie Hortícola de gran importancia por el valor de su producción. Se cultiva en todos los estados de la república mexicana, desde el nivel del mar, hasta los 2500 m de altura (Aguirre- Mancilla , 2017). México ocupa el segundo lugar de producción y el tercero en superficie de cosecha, con 140, 693 ha y 1, 853, 610 ton respectivamente, con el 80% del área y el 7% de la producción mundial en toneladas.

Los frutos del chile (*Capsicum spp.*) son relevantes en la alimentación humana y se consumen en fresco, seco y en condimento. La planta sintetiza y acumula Capsaicinoides, un grupo de alcaloides responsables del picor y ubicados principalmente en el tejido de la placenta adyacente a las semillas. Su contenido depende del genotipo, la madurez del fruto y las condiciones del cultivo. El

chile criollo es aquel que nace de plantas domesticadas a partir de las semillas silvestres cultivadas por los que se conservan de generación en generación. Es uno de los cultivos importantes en la alimentación de los mexicanos (Domínguez Barradas , 2001).

En México, los tipos de chile más sembrados son los serranos, de árbol, jalapeños, guajillos, pasilla, anchos, piquines, habanero y manzano. Cada uno de estos tipos de chiles son ingredientes esenciales de platillos tradicionales locales, aunque es reconocida por su diferencia de sabor y picor (Torres Corona, 2015).

El principal ingrediente activo que causa pungencia en los chiles es un compuesto sólido cristalino en forma de agujas llamado capsaicina (es un alcaloide aparentemente infectable por el frío o el calor). Para la evaluación de Capsaicinoides más preciso es la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) los análisis del tipo y cantidad de estos alcaloides (Kozukue, 2005) (AOAC, 1942)

## **MATERIALES Y MÉTODOS.**

Las variedades de chiles criollos secos de diferentes productores de los que se determinó su color utilizando un colorímetro Konica Minolta, tomando como base el sistema CIE-Lab usando el estándar blanco, el iluminante C y el observador a 10°. La medición se realizó directamente de la piel del chile y el equipo proporciona los valores L\*, a\*, b\*. Calculando el ángulo de matiz o tono ( $h^\circ = \text{Valor Hue}$ ) y la pureza o saturación (Chroma) o cromaticidad (Valor C\*) y se calcularon de acuerdo a las ecuaciones reportados por (Barreiro, 1997)

Una vez determinado se realizó el análisis fisicoquímico de las muestras. Para determinar el °Brix, pH y acidez titulable se utilizó una dilución con agua. Los grados °Brix se determinaron con un refractómetro Atago y el pH con un potenciómetro Hanna Instrument. La Acidez titulable se determinó de acuerdo a los métodos de la AOAC (1942). Se determinará el nivel de pungencia mediante cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) (Kozuke y col., 2005). La extracción de estas muestras liofilizadas se pesó 1g de chile liofilizado y se le agregaron 10 mL de Acetonitrilo para posteriormente calentar en baño maría a 65°C por 30 min. Transcurrido el tiempo, la muestra se agita 10 min y se centrifuga. El sobrenadante se filtra a través de un filtro de 0.045µm y colocado en un vial para su posterior análisis por HPLC. Para el análisis se utilizó una columna Zorbax ODS-C18 (5mm tamaño de partícula, 15 cm x 4.6 mm d.i.). Para la separación se empleó

una fase móvil isocrática que consiste en 50% Acetonitrilo y 50% de una solución de Acetonitrilo 10% a un flujo de 1mL/min. Se inyectaron 20µL de muestra y el detector se programó a una longitud de onda 280nm. Para la cuantificación se realizará una curva de calibración de Capsaicina y una curva de D-Hidrocapsaicina.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las coordenadas cromáticas de los chiles analizados que se muestran en la tabla 1. Se pudo observar que de acuerdo a los parámetros evaluados el que presento mayor diferencia fue el Guajillo de Luis Álvarez, ya que su coloración roja puro, a diferencia de los demás chiles que presentan una coloración un poco más rojo más oscuro.

**Tabla 1.** Determinación de color mediante el colorímetro en variedades de chiles. Medias con desviación estándar; L\* (Luminosidad), a\* (coordenadas rojo/verde) y b\* (coordenadas amarillo/azul).

Lugar	Productores	Chiles	Colorímetro				
			L	a	b	h	C
Pedro Escobedo, Querétaro	José Carlos	Ancho	25.77 ± 1.90	20.82 ± 2.56	7.32 ± 0.66	0.35 ± 0.02	22.07 ± 2.62
		Chile SN	26.66 ± 0.97	20.68 ± 8.08	7.51 ± 2.10	0.36 ± 0.04	22.01 ± 8.30
		Pasilla	23.70 ± 0.73	5.41 ± 0.58	3.65 ± 0.41	0.58 ± 0.06	6.54 ± 0.57
	Jorge Campusano Solís	Trompo	28.26 ± 0.66	23.07 ± 2.56	8.17 ± 0.48	0.34 ± 0.02	24.48 ± 2.47
		Puya	21.75 ± 0.21	6.45 ± 0.97	1.96 ± 0.20	0.31 ± 0.04	6.74 ± 0.98
		Cascabel	28.17 ± 1.88	24.04 ± 2.15	8.25 ± 1.14	0.32 ± 0.012	25.42 ± 2.40
		Puya	29.15 ± 0.03	25.17 ± 3.62	8.61 ± 0.24	0.33 ± 0.54	26.63 ± 3.36
		Cascabel	21.05 ± 1.84	5.33 ± 2.26	1.92 ± 0.95	0.34 ± 0.02	5.67 ± 2.45
		Cola de rata	25.56 ± 1.19	16.71 ± 1.77	6.95 ± 1.80	0.39 ± 0.06	18.12 ± 2.25
		Puya	22.84 ± 0.34	10.42 ± 3.51	6.44 ± 4.14	0.55 ± 0.41	12.98 ± 1.33
Cieneguita San Felipe	Luis Álvarez	Ancho	29.80 ± 2.42	24.01 ± 0.83	11.53 ± 1.14	0.43 ± 0.06	26.64 ± 1.23
		Guajillo	33.50 ± 3.32	28.92 ± 0.68	17.69 ± 0.35	0.55 ± 0.022	33.91 ± 0.56
	Puya Grande	29.74 ± 0.89	15.09 ± 3.19	6.41 ± 1.21	0.41 ± 0.03	16.39 ± 3.39	
	Pasilla	27.66 ± 1.40	5.11 ± 0.96	4.91 ± 1.19	0.77 ± 0.12	7.11 ± 1.36	
Semillas de Reyes	Guajillo	22.25 ± 0.34	5.13 ± 0.76	1.55 ± 0.24	0.29 ± 0.02	5.36 ± 0.79	
	Guajillo	21.81 ± 2.15	4.16 ± 1.34	1.60 ± 1.15	0.33 ± 0.13	4.49 ± 1.65	
	Cascabel	20.13 ± 0.92	4.73 ± 1.66	1.40 ± 0.45	0.29 ± 0.01	4.93 ± 1.71	
Chirimoya San Felipe	Alejandro Martínez	Mulato	24.09 ± 0.29	1.09 ± 1.55	3.59 ± 0.83	1.39 ± 1.05	3.92 ± 1.05

II. Congreso Nacional de Ciencias Agropecuarias del TecNM  
Del 4 al 8 de noviembre de 2019 Roque, Celaya, Guanajuato ISSN: 2448-6620

<b>Dolores</b>	Chirimoya	Mulato	24.87 ± 1.98	1.22 ± 2.16	3.97 ± 1.67	1.43 ± 2.08	4.39 ± 2.08
	Fausto	Ancho	25.17 ± 0.45	15.58 ± 9.48	8.75 ± 4.05	0.56 ± 0.24	18.31 ± 9.10
<b>Hidalgo</b>	Arredondo						
	Eugenia	Chile de Chorro	23.53 ± 0.47	7.25 ± 3.47	2.23 ± 1.18	0.29 ± 0.01	7.59 ± 3.66

Respecto a las propiedades fisicoquímicas en las variedades de chiles con diferentes productores el chile pasilla de Luis Álvarez fue el que presento mayor pH y con más concentración de solidos solubles el chile cascabel de Jorge M. Vebra.

**Tabla 2.** Características fisicoquímicas de los chiles evaluados.

Lugar	Productores	Chiles	pH	°Brix	Acidez titulable % (AM)
<b>Pedo Escobedo, Querétaro</b>	José Carlos Vega	Ancho	5.21± 0.07	0.043 ± 0.004	5.77 ± 0.49
		Chile	5.10 ± 0.02	0.05 ± 0.004	7.53 ± 0.74
		Pasilla	5.25± 0.02	0.06 ± 0.004	7.51± 0.49
		Trompo	5.40± 0.02	0.04 ± 0.004	9.36± 0.86
		Cascabel Puya	5.33± 0.02	0.05 ± 0.004	7.70± 0.49
	Juan Campusano Solís	Cascabel	5.19± 0.09	0.05 ± 0.004	6.81 ± 1.23
		Puya	5.41 ± 0.04	0.04 ± 0.004	7.35 ± 0.74
		Cascabel	5.32 ± 0.014	0.07 ± 0.004	9.54 ± 0.86
		Cola de rata	5.44± 0.19	0.04 ± 0.004	9.38 ± 0.84
		Puya	5.29± 0.01	0.05 ± 0.004	4.81± 0.12
<b>Cieneguita, San Felipe</b>	Luis Álvarez	Ancho	4.70± 0.02	0.11 ± 0.003	1.14± 0.03
		Guajillo	4.58± 0.005	0.10 ± 0.009	1.07± 0.01
		Puya Grande	5.23± 0.09	0.05 ± 0.004	7.79± 0.61
	Semillas de Reyes Pasera Reyes	Pasilla	5.53± 0.01	0.11 ± 0.01	0.82± 0.05
		Guajillo	5.23 ± 0.09	0.07 ± 0.004	5.60 ± 0.49
		Guajillo	5.51± 0.03	0.05 ± 0.004	4.50± 0.07
<b>La Chirimoya, San Felipe</b>	Jorge M. Vebra	Cascabel	4.70± 0.02	0.47 ± 0.002	0.09± 0.009
	Alejandro Martínez	Mulato	4.37± 0.005	0.11 ± 0.008	0.96± 0.01
		Chirimoya	Mulato	4.39± 0.06	0.07± 0.003
	Fausto Arredondo	Ancho	4.64± 0.015	0.07 ± 0.005	0.86± 0.04

<b>Dolores</b>	Eugenia	Chile de	5.21± 0.07	0.05 ± 0.004	6.11± 0.74
<b>Hidalgo</b>		Chorro			

Medias con desviación estándar.

Respecto al contenido de Capsaicinoides el Ancho de José Carlos Vega, fue el que presento mayor contenido de Capsaicina y D-Hidrocapsaicina (Tabla 3) hasta el momento, sin embargo, la cantidad es muy pequeña si se compara con el jalapeño y habanero que presentan 3 y 11 g/kg. Los demás Chiles no se detectaron.

**Tabla 3.** Determinación de Capsaicinoides.

Lugar	Productores	Chiles	Capsaicina (mg/g)	D-Hidrocapsaicina (mg/g)
		Ancho	0.12 ± 0.28	0.03 ± 0.0006
		Chile SN	TR	TR
		Pasilla	TR	0.02 ± 0.009
<b>Pedro Escobedo, Querétaro</b>	José Carlos Vega	Trompo	TR	TR
		Puya	TR	TR
		Cascabel	TR	TR
		Puya	TR	TR
	Jorge Campusano	Cascabel	TR	TR
	Solís			
		Cola de rata	TR	TR
		Puya	TR	TR
<b>Cieneguita, San Felipe</b>	Luis Álvarez	Ancho	TR	TR
		Guajillo	TR	TR
		Puya Grande	TR	TR
		Pasilla	TR	TR
	Semillas de Reyes	Guajillo	TR	TR
	Pasera Reyes	Guajillo	TR	TR
	Jorge M. Vebra	Cascabel	TR	TR
<b>La Chirimoya, San Felipe</b>	Alejandro Martínez	Mulato	TR	TR
	Chirimoya	Mulato	TR	TR
<b>Dolores Hidalgo</b>	Fausto Arredondo	Ancho	TR	TR
	Eugenia	Chile de Chorro	TR	TR

Medias con desviación estándar, Trazas (TR).

## CONCLUSIONES

Las variedades de chiles analizadas presentan en su mayoría propiedades fisicoquímicas similares y bajo contenido de Capsaicinoides, con excepción del Ancho de José Carlos Vega, lo que es importante para la producción de moles dulces. Si bien es un trabajo preliminar del proyecto que se está desarrollando con chiles criollos de Guanajuato. Este trabajo sirve para continuación de análisis de más cultivares de chiles.

## AGRADECIMIENTOS

Los resultados son parte de este proyecto inifap fiscal “Desarrollo y transferencia de tecnologías sustentables para la producción de chile y jitomate en campo e invernadero” SIGI: 167834791, y forma parte de la tesis de Licenciatura del autor de correspondencia y aportación de chiles con productores del Estado de Guanajuato (La Cieneguita, La Chirimoya de San Felipe, Gto., Montelongo y El Divino Rostro, Dolores Hidalgo) y Querétaro (Pedro Escobedo).

## LITERATURA CITADA

- Aguirre- Mancilla , C. L. (2017). El Chile (C. annum L.), Cultivo y Producción de Semilla. Ciencia y Technol. Agrop. México, [http://www.somecta.org.mx/Revistas/2017-1/2017-1/Art-REV\\_Mns\\_EL%20CHILE.pdf](http://www.somecta.org.mx/Revistas/2017-1/2017-1/Art-REV_Mns_EL%20CHILE.pdf).
- AOAC. (1942). Official methods of analysis of AOAC international. Acidity titrated of fruit products., Method 942.15.
- Barreiro, J. A. (1997). Kinetics of colour change of double concentrated tomato paste during thermal treatment. Food Engineering , 33, 359-371.
- Domínguez Barradas , C. (Junio de 2001). Catacterización Morfométrica, Bioquímica y Molecular del chile Xalapeño (Capsicum annum L, Solanaceae) en el norte del estado de Veracruz. Obtenido de Tesis. Univarsidad Veracruzana Facultad de Ciencias Biologicas y Agropecuarias:  
<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/1389/Completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jiménez, G. (Julio de 2018). Polibotánica . Obtenido de Presencia de carotenoides en chile Ancho y Pasilla (Capsicum annum L.) en muestras de 10 años y recientes.:  
<http://www.scielo.org.mx/pdf/polib/n46/1405-2768-polib-46-259.pdf>

- Kozukue, N. H. (2005). Analysis of eighth capsaicinoids in peppers and pepper-containing foods by high-performance liquid chromatography and liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Agricultural and food chemistry* , 53 (23), 9172-9181.
- Torres Corona, T. A. (26 de Abril de 2015). LOS CHILES DE MÉXICO Y SU DISTRIBUCIÓN. Obtenido de SINAREFI, CP, INIFAP, IT-CONKAL, UANL y UAN : [https://www.researchgate.net/publication/235657255\\_Los\\_chiles\\_de\\_Mexico\\_y\\_su\\_distribucion](https://www.researchgate.net/publication/235657255_Los_chiles_de_Mexico_y_su_distribucion)

## **EFFECTOS SUBLETALES ASOCIADOS A CIPERMETRINA EN EL DESARROLLO DE LA PALOMILLA DORSO DE DIAMANTE (*Plutella xylostella*) EN EL CULTIVO DE BROCOLI**

José Edgar Macías Salinas<sup>1</sup>, José Francisco Rodríguez Rodríguez<sup>2</sup>, Francisco Cervantes Ortiz<sup>3</sup>,  
Hugo Cesar Cisneros López<sup>3</sup>, Ricardo Yáñez López<sup>3</sup>, Luis Patricio Guevara Acevedo<sup>3§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Agronomía. Tecnológico Nacional de México-Roque, Km. 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas. Roque, Celaya, Gto., <sup>2</sup>Estudiante de Doctorado en Ciencias en Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, Saltillo, Coah. <sup>3</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque, Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor para correspondencia: lpguevara@itroque.edu.mx

### **RESUMEN**

La principal plaga que reduce la producción de brócoli en el Estado de Guanajuato es la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), debido a la contaminación del producto a exportar. El uso de insecticidas es el principal método de control para la erradicación de esta plaga, sin embargo las aplicaciones desmedidas han ayudado al desarrollo de resistencia hacia los principales grupos químicos de insecticidas empleados para su control. La aplicación de dosis subletales puede ser una alternativa para el manejo de resistencia de esta plaga al presentarse efectos importantes en su biología. El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos subletales de cipermetrina en la biología y tiempo de desarrollo de una línea susceptible de *Plutella xylostella*. Primeramente, se determinó la CL<sub>20</sub> del insecticida cipermetrina mediante bioensayos de inmersión, posteriormente se estudiaron los efectos subletales de la CL<sub>20</sub> en la biología y tiempo de desarrollo de una línea de *P. xylostella*. Los resultados muestran que la aplicación de dosis subletales a una línea susceptible presenta efectos negativos en la biología del *P. xylostella* al reducir el porcentaje de pupas, peso de pupas, porcentaje de adultos emergidos así como la proporción de sexos, de igual manera se presenta un efecto en ovoposición al aumentar su tasa de HHD, en lo que se refiere en su tiempo de desarrollo este también se ve afectado al alargarse en alrededor dos días en comparación en una línea susceptible sin aplicación.

**Palabra clave:** *Plutella xylostella*, cipermetrina, efectos subletales.

## ABSTRACT

The main pest that reduces the production of broccoli in the State of Guanajuato is the diamond-backed palomilla (*Plutella xylostella*), due to the contamination of the product to be exported. The use of insecticides the main control method for the eradication of this pest, however the excessive applications have helped the development of resistance to the main chemical groups of insecticides used for its control. The application of sublethal doses can be an alternative for the management of resistance of this pest when there are important effects in its biology. The objective of this research was to evaluate the sublethal effects of cypermethrin on the biology and development time of a susceptible line of *Plutella xylostella*. First, the CL20 of the cypermethrin insecticide was determined by immersion bioassays, subsequently the sublethal effects of the CL20 on the biology and development times of a line of *P. xylostella* were studied. The results show that the application of sublethal doses to a line susceptible has negative effects on the biology of *P. xylostella* by reducing the percentage of pupae, weight of pupae, percentage of adults emerged as well as the proportion of sexes, in the same way there is an effect on oviposition by increasing its rate of HHD, in In terms of its development time, this is also affected by lengthening in about two days compared to a susceptible line without application.

**Key word:** *Plutella xylostella*, cypermethrin, sublethal effects.

## INTRODUCCIÓN

Guanajuato es el principal estado productor de brócoli a nivel nacional con una superficie de siembra de 2,1383.50 ha y una producción de 320,268.37 ton lo que equivale a un rendimiento promedio de 15.04 ton ha<sup>-1</sup> significando un ingreso en el valor de producción de 1, 791,255.00 de miles de pesos (SIAP, 2017). Su principal destino de las ventas internacionales es el mercado de Estados Unidos, ya que ahí se exporta 85 % de la producción. El resto de las exportaciones se dividen en países como Canadá, Japón, Alemania y Australia, por lo que este cultivo representan una importante fuente de divisas y significativos beneficios para los productores en el Estado (Bujanos *et al.*, 2013). La principal plaga que reduce la producción de brócoli es la palomilla dorso de diamante (*Plutella xylostella*), presenta cuatro etapas de desarrollo, con una duración total de 15 a 40 d, según las condiciones climáticas de la región. Los huevos, larvas y pupas se desarrollan en la planta huésped por su parte los adultos ocurren en el huésped o en otras plantas adyacentes a

los cultivos. En su primer estadio de larva se alimenta del tejido esponjoso de la planta que se encuentra en la superficie del envés de la hoja y en las que forma minas superficiales, que tienden a parecer como numerosas manchas blancas. Pero es en la última etapa larval cuando se convierte en un defoliador voraz, ya que es en esta etapa que causa las lesiones más fuertes en comparación a los tres primeros estadios larvales (Chávez, 2010). En México la palomilla dorso de diamante causa daños indirectos por contaminación del producto cosechado en las principales regiones productoras de crucíferas, entre las que se encuentra la región centro-occidental del país, particularmente los estados de Guanajuato, Querétaro y Aguascalientes. (Da Silva, 2008). En todas las regiones productoras de crucíferas esta plaga se ha convertido en un tema de investigación, con el fin de obtener medidas de control técnicamente apropiadas, económicamente satisfactorias y respetuosas al medio ambiente, ya que sociedad demanda la evaluación de las prácticas agrícolas potencialmente peligrosas, como el uso excesivo de insecticidas. De acuerdo con la ArthropodPesticide Resistanse Data base (APRD), para el año 2015, la Palomilla Dorso de Diamante había desarrollado resistencia a aproximadamente 91 compuestos con diferentes modos de acción, incluyendo organoclorados, organofosforados, carbamatos, piretroides, análogos de nereistoxina, benzoilureas, *Bacillus thuringiensis*, avermectinas, espinosinas, fenilpirazoles, indoxacarb, diacilhidrazinas y diamidas (APRD, 2015). Los plaguicidas dependiendo de la forma de aplicación y dosis presentan efectos letales y subletales sobre los insectos (Mahmoudvand *et al.*, 2011), la toxicología demográfica es una técnica ecotoxicológica que integra los parámetros de la tabla de vida en función a las dosis aplicadas (letales o subletales), las poblaciones expuestas a diversas dosis de un toxico se comparan con poblaciones no expuestas a este mismo toxico (Mahmoudvand *et al.* 2011). Las dosis subletales llegan afectar la fisiología y el comportamiento de los insectos (Haynes, 1988) lo cual puede influir en el tiempo de desarrollo (Wang *et al.*, 2008), peso de larvas, pupas, adultos (Yin *et al.*, 2008), longevidad del adulto (Ergin *et al.*, 2007), incubabilidad (Alyokhin *et al.*, 2008) y fecundidad (Wang *et al.*, 2009). Los efectos subletales son considerados factores que intervienen en el desarrollo de la resistencia por lo que, una mejor comprensión de estos puede ser importante para diseñar estrategias efectivas de manejo de la resistencia a insecticidas (Tabashnik *et al.*, 2008). La cipermetrina es un insecticida piretroide de amplio espectro que actúa a nivel fisiológico alterando el funcionamiento normal del sistema nervioso central, prolongando la conductancia de los canales axónicos de sodio y, por lo tanto,

permitiendo el ingreso excesivo del ión a la célula, generando en el insecto impulsos repetitivos y, finalmente, la muerte (Stenersen, 2004). El objetivo de esta investigación fue estudiar los efectos subletales en la fase de huevo, estadios larvales, el tiempo de desarrollo, supervivencia, ovoposición y la longevidad del adulto en una población susceptible de *Plutella xylostella* a Cipermetrina.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La presente investigación se realizó en Laboratorio de Fitosanidad del Departamento de Ciencias Agropecuarias del Tecnológico Nacional de México-Roque en Celaya, Gto. Se evaluó los efectos subletales de una línea susceptible proporcionada por el INIFAP campus Bajío, sin presión de selección desde 1996, se mantuvo en condiciones controladas de  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , 50% humedad relativa (HR) y a un fotoperiodo de 16:8 h luz: oscuridad para su reproducción. Para la determinación de  $CL_{20}$  de cipermetrina en larvas de tercer estadio de *P. xylostella* se utilizó el método de inmersión (IRAC, 2016), empleando un diseño experimental completamente al azar con 6 concentraciones y un testigo blanco el cual consistió de agua más adherente y 4 repeticiones para cada tratamiento. Se tomaron hojas de brócoli de 45 días de edad, se sumergieron 10 s en las concentraciones en estudio y se dejaron secar en papel absorbente durante 60 min para eliminar los excesos, pasado este tiempo fueron llevadas a cajas Petri provistas de papel absorbente saturado con agua, se colocaron en ellas 10 larvas de *P. xylostella* de tercer instar por hoja, utilizando un pincel de pelo de camello 000 y se colocaron en una cámara climática a  $25^{\circ}\text{C}$ , 50% humedad relativa (HR) y a un fotoperiodo de 16:8 h luz: oscuridad. La toma de datos de mortalidad de larvas se realizó a las 24 h a partir del inicio del experimento. Como criterio de mortalidad se sometió a un estímulo en la parte dorsal de los individuos y todo aquel que no presento movilidad a dicho estímulo se tomó en consideración como muerto. Con los datos obtenidos en el bioensayo se realizó una corrección de mortalidad con la fórmula propuesta por Abbott. (1925) y posteriormente se realizó un Análisis Probit (Finney, 1971) para obtener la curva de respuesta concentración-mortalidad, mediante el programa computacional SAS System for Windows ver 10 SAS (2002). Obteniendo una  $CL_{20}$  de 24.84 ppm. Una vez obtenida la  $CL_{20}$  de la línea susceptible se realizó la evaluación de los efectos subletales en la biología y desarrollo de *P. xylostella* y se testigo blanco al cual no se le aplico insecticida. Se tomaron 100 larvas de *P. xylostella*, las cuales se introdujeron en cajas Petri que

contenían hojas tratadas de brócoli con la CL<sub>20</sub> de cipermetrina se dejaron por un tiempo de durante 24 h, posteriormente se realizó el cambio de hoja de brócoli por una libre de insecticida, el proceso se continuo hasta la fase de pupa, colocándolas en contenedores plástico de manera individual rotulando con los datos correspondientes de su tratamiento y repetición y se le dio seguimiento hasta la emergencia de adulto, se tomaron los datos de porcentaje de pupas, peso de pupas eligiendo 10 pupas al azar y pesando cada una en una balanza analítica, así como el porcentaje de adultos emergidos y la proporción sexual de los mismos, con los adultos obtenidos se formaron parejas y se colocaron en cajas Petri, se les colocó papel humedecido y una hoja de brócoli limpia para determinar ovoposición hasta la muerte de la hembra. Para asegurar el desarrollo de los adultos se alimentaron con agua azucarada al 15%. Para la generación de descendientes se tomaron 100 huevos de las parejas antes formadas e igualmente se colocaron en hojas de brócoli, se continuo con la toma de datos cada 24 h para determinar el tiempo de desarrollo de cada uno de los estadios de *Plutella xylostella* dando un adecuado seguimiento hasta la muerte de los adultos. De Igual manera para la generación de descendiente se tomó registro del porcentaje de pupas, peso de pupas adultos emergidos y proporción sexual, así como la ovoposición.

Con los valores obtenidos de las variables de desarrollo de *P. xylostella* se realizó un Análisis de Varianza (ANVA), cuando el ANVA nos indicó diferencia significativa entre los tratamientos se aplicó la prueba de Tukey ( $\alpha < 0.05$ ) para la separación de las medidas, R versión 3.3.1.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En el Cuadro 1 se muestra el efecto subletal de CL<sub>20</sub> de cipermetrina en el porcentaje de pupas, peso de pupas, porcentaje de adultos emergidos y proporción sexual sobre una línea susceptible (LS) y el testigo blanco en la progenie y la descendencia de *Plutella xylostella*, observando que la progenie presento diferencias significativas en el porcentaje de pupas, peso de pupas y porcentaje de adultos. Para el porcentaje de pupas, peso de pupas y porcentaje de adultos el efecto de la dosis subletal presento los menores valores con 60%, 2.96 mg y 79% respectivamente, lo que indica que con la aplicación de la CL<sub>20</sub> (24.84 ppm) de cipermetrina se reduce el 58.33, 59.79 y 8.48% en relación a individuos sin tratamiento de la LS. Estos resultados son superiores a los reportados por Zhang *et al.* (2012) quienes en un estudio sobre los efectos subletales de metaflumizona sobre larvas de tercer instar reporta valores de 42.96, 10.35 y 7.96 para las variables de porcentaje de pupal,

peso pupal y porcentaje de adultos emergidos respectivamente. Para la generación de descendientes el efecto de la dosis subletal presento los menores valores para la línea con aplicación con 80%, 2.88 mg y 67% para porcentaje de pupas, peso de pupas emergencia de adultos respectivamente, lo que indica que con la aplicación de la CL<sub>20</sub> (24.84 ppm) de cipermetrina reduce en un 19.64, 45.48 y 27.24% en relación a individuos sin tratamiento de la LS. Estos resultados difieren a lo reportado por Zhang *et al.* (2012) quienes en un estudio sobre efectos subletales de metaflumizona sobre larvas de tercer instar en descendientes reporta valores de 26.97, 17.71 y 3.60% para las variables de porcentaje de pupal, peso pupal y porcentaje de adultos emergidos en descendientes respectivamente.

**Cuadro 1.** Comparación de medias de los efectos subletales en el porcentaje pupal, peso de pupas, adultos emergidos y proporción sexual de *Plutella xylostella* expuestos a cipermetrina.

Trat*	N	Progenitores			
		% Pupas	Peso de pupas (mg)	% Adultos	P.S <sup>1</sup>
L.S	100	95 ± 7.071 a	4.73 ± 0.802 a	86 ± 8.432 a	1.36 ± 0.92 a
L.S (CL <sub>20</sub> )	100	60 ± 23.570 b	2.96 ± 1.236 b	79.27 ± 5.23 b	1.65 ± 1.59 a
Descendientes					
L.S	100	95.66 ± 7.673 a	4.19 ± 0.696 a	85.57 ± 7.538 a	1.92 ± 1.25 a
L.S (CL <sub>20</sub> )	100	79.95 ± 11.34 b	2.88 ± 0.748 a	67.25 ± 9.891 b	0.60 ± 0.29 b

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey,  $\alpha < 0.05$ ); <sup>1</sup>Proporción sexual;

\*Tratamientos.

Los efectos subletales del cipermetrina en el número promedio de huevos por hembra por día de *P. xylostella* se muestran en el Cuadro 2. Para los progenitores el mayor valor de HHD se observó para la línea con aplicación con medias de 49.34 HHD y un total de 181.4 huevos, lo que indica que con la aplicación de la CL<sub>20</sub> (24.84 ppm) de cipermetrina tiene un efecto en el aumento de la ovoposición en relación en una población sin aplicación. Sin embargo los valores reportados por Yin *et al.* (2008) en la ovoposición de huevos por hembra de *Plutella xylostella* tratados con spinosad fue de 81.70 y 0.83 correspondientes de HHD y el total. Por otro lado la generación descendiente la línea con aplicación (28.46 HHD) presenta un aumento menor en la media de HHD en comparación a línea sin aplicación (24.56 HHD), sin embargo en el total de huevos ovipositados la línea sin aplicación presenta el valor más alto con 145 huevos durante el tiempo total vida. Estos resultados son superiores a los reportados por Yin *et al.* (2008) quienes en un estudio sobre comparación de fecundidad, dimensión de huevo y reproducción de descendientes en la aplicación

de spinosidad en *P. xylostella* en descendientes reportó 164.79, 0.70 para a HHD y número total de huevos respectivamente, observando una diferencia de mayor a la obtenida con cipermetrina en *P. xylostella* con efectos subletales.

**Cuadro 2.** Efectos subletales del cipermetrina en el número promedio de huevos por hembra por día de *Plutella xylostella*.

Trat*	Progenitores		Descendientes	
	HHD <sup>2</sup>	Total	HHD <sup>2</sup>	Total
L.S	34.02 ± 6.886b	160.2 ± 40.812 b	24.56 ± 6.02 a	145.8 ± 15.46 a
L.S (CL <sub>20</sub> )	49.34 ± 7.896 a	181.4 ± 28.465 a	28.46 ± 6.02 a	115.6 ± 11.28 b

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey,  $\alpha < 0.05$ ); <sup>2</sup>Huevos por Hembra por Día; \*Tratamientos.

En el Cuadro 3 se muestra el efectos subletales del cipermetrina en las fases de desarrollo de *Plutella xylostella*, donde se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en las fases de huevo, larva, pupa, adulto, macho, hembra y en el total de tiempo de desarrollo. La aplicación de dosis subletales de cipermetrina tiene un efecto al alargar el ciclo de vida del *P. xylostella* en alrededor de dos días en comparación a la línea sin aplicación. Estos valores son similares a lo reportado por Han *et al.* (2012) quienes en un estudio sobre el desarrollo de *P. xylostella* con aplicaciones subletales de clorantraniliprol en las fases de desarrollo observó una diferencia de dos días.

**Cuadro 3.** Efectos subletales del cipermetrina en las fases de desarrollo de *Plutella xylostella*.

Fase <sup>3</sup>	Tratamientos	
	L. S	L. S (CL <sub>20</sub> )
Huevo	3.55 ± 0.39 a	2.46 ± 0.337 b
Larva 1	1.08 ± 0.179 a	1.24 ± 0.296 a
Larva 2	1.83 ± 0.337 a	1.68 ± 0.471 a
Larva 3	1.91 ± 0.410 a	1.63 ± 0.341 a
Larva 4	1.79 ± 0.276 a	1.82 ± 0.219 a
Pupa	4.05 ± 0.904 a	2.65 ± 0.419 b
Adulto	3.57 ± 0.472 b	4.50 ± 0.000 a
Hembra	4.14 ± 0.000 b	4.60 ± 0.000 a
Macho	2.92 ± 0.000 b	5.00 ± 0.000 a
Total	17.81 ± 0.994 a	16.02 ± 5.356 b

Medias seguidas de la misma letra no presentan diferencia significativa (Tukey,  $\alpha < 0.05$ )

## CONCLUSIONES

La aplicación de dosis subletales de cipermetrina afecta la biología y tiempo de desarrollo de *P. xylostella*, al reducir el porcentaje pupal, peso de pupas, porcentaje de adultos emergidos, pero por otro lado la oviposición se ve aumentada de manera significativa al aplicar una dosis subletal, lo que da como resultado un mayor número de individuos por ciclo de vida.

## REVISIÓN DE LITERATURA

- Alyokhin, A., Sewell, G. & Choban. R. (2008). Reduced viability of Colorado potato beetle, *Leptinotasa de celineata*, eggs exposed to novaluron. *Pest Manag Sci* 64:94–99.
- Arthropod Pesticide Resistance Database [www.pesticideresistance.com](http://www.pesticideresistance.com). 2015. Date of access: 23/08/2015.
- Bújanos, Muñiz, R.; Marín Jarillo, A.; Díaz Espino, L. F.; Gámez, Vázquez, J.; Ávila, Perches, M. A.; Herrera, Vega, R; Dorantes González, J. R. A.; Gámez, Vázquez, F. P. (2013). Manejo Integrado De La Palomilla Dorso De Diamante *Plutella xylostella* (L.) En La Región Del Bajío, México. Instituto Nacional De Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias Centro De Investigación Regional Centro Campo Experimental Bajío Celaya, Gto., México. Folleto Técnico Núm. 27.
- Da Silva, Carvalho, J., 2008. *Plutella xylostella* (Linnaeus, 1758) (Lepidoptera: Plutellidae): Efeito Da Sinigrina Aplicada Em Folhas De Couve E Brócolis. Universida de Estadual Paulista “Julio De Mesquita Filho” Faculdade De Ciências Agrárias E Veterinárias Campus De Jaboticabal.
- Ergin, E, Er A, Uckan F. & Rivers D.B. (2007). Effect of cypermethrin exposed hosts on egg-adult developmental time, number of offspring, sex ratio, longevity, and size of apanteles galleriae Wilkinson (Hymenoptera: Braconidae). *Belg J Zool* 137:27–31.
- Gilberto Leoncio Chávez Paz Ronald Marcelo Hurtado, Zamorano, Honduras Diciembre, 2010, El manejo integrado de *Plutella xylostella* en brócoli, coliflor y repollo con combinaciones selectas de microtúneles, nematodo entomopatógeno, refugios, y el insecticida Rynaxypyr en Zamorano, Honduras, volumen 1, página 3.
- Haynes, K.F. (1988). Sublethal effects of neurotoxic insecticides on insect behavior. *Ann RevEntomol* 33:149–168.
- IRAC (Resistance Action Committee insecticida), 2017. En: <http://www.irac-online.org/methods/plutella-xylostella-larvae/> Consultado: 29 de Junio del 2017.

- Mahmoudvand, M., Abbasipour, H., Garjan, A. S. & Bandani, A. R. (2011a). Sublethal effects of indoxacarb the diamond back moth, *Plutella xylostella* (L.)(Lepidoptera: Y ponomeutidae). *Applied Entomology and Zoology*, 46(1), 75-80.
- Abbasipour, H. Garjan, A.S. & Bandani, A.R. (2011b). Sublethal effects of hexaflumuronon development and reproduction of the diamond back moth, *Plutellaxylostella* (Lepidoptera: Y ponomeutidae). *Insect Science*, 18(6), 689-696.
- Rafael Bújanos Muñiz, Antonio Marín Jarillo, Luis Febronio Díaz Espino, Alfredo Josué Gámez Vázquez, Miguel Ángel Ávila Perches, Rosario Herrera Vega, José Roberto Augusto Dorantes González, Francisco Paúl Gámez Vázquez, Diciembre 2013, Manejo Integrado de la Palomilla Dorso de Diamante *Plutella xylostella* (L.) en la Región del Bajío, México. Volumen 1, página 5.
- Serie guías - producción de hortalizas dag/hort-010 Enero-2016. Página 1 universidad de sonora producción de brócoli.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera), (2017b). En: [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo.do). Consultado: 01 de Marzo del 2017.
- Tabashnik, B.E., Gassmann, A.J., Crowder, D.W. & Carrière Y. (2008). Insec tresi stance to Btcrops: evidence versus theory. *Nat Biotechnol* 26:199–202.
- Wang, X.Y., Yang, Z.Q., Shen, Z.R., Lu, J. & Xu, W.B., (2008). Sublethal effects of selected insecticides on fecundity and wing dimorphism of green peach aphid (Hom.,Aphididae). *J Appl Entomol* 132:135–142.
- Wen su Han,a, Shufa Zhang, Fuying Shen, Meng Liu, Cheng caiRenc And XiwuGaoa\*, Residual toxicity and sublethal effects Of chlorantraniliprole on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae), 2012
- Xian-Hui Yin, Xian-Hui Yin a,b,c, Qing-Jun Wub,\_, Xue-Feng Li a, You-Jun Zhang b, Bao-YunXub 2008, Sublethal effects of spinosadon *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Y ponomeutidae
- Zhang Zhe1, LI Jian-hong1 and GAO Xi-wu2, 2012, Sublethal Effects of Metaflumizona on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: *Plutellidae*)

## **EVALUACIÓN DE TOLERANCIA DE FRIJOL A ARAÑITA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch) BAJO CONDICIONES DE LABORATORIO.**

Ríos-Pacheco Diana Michelle<sup>1</sup>; Julio Cesar León-Vargas<sup>2</sup>; Alejandro Guzmán-Zazueta<sup>2</sup>; Daniel Rodríguez-Mercado<sup>2</sup>; Ricardo Yáñez-López<sup>2</sup>; Luis Patricio Guevara-Acevedo<sup>2§</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Licenciatura en Ingeniería en Innovación Agrícola Sustentable, Tecnológico Nacional de México-Roque, Km 8 Carretera Celaya-Juventino Rosas, Celaya, Gto.      <sup>2</sup>Tecnológico Nacional de México-Roque,

Celaya, Gto. <sup>§</sup>Autor de correspondencia: [lpguevara@itroque.edu.mx](mailto:lpguevara@itroque.edu.mx)

### **RESUMEN**

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Fitosanidad del Tecnológico Nacional de México-Roque, donde se evaluó la antibiosis y antisenosis de arañita roja (*Tetranychus urticae* Koch) en las variedades de frijol, pinto, negro, peruano y flor de junio bajo condiciones de laboratorio. Para ello se recortaron cuadros de hoja de frijol de (3x3 cm) de la cuarta hoja verdadera, se colocó la hoja en una caja Petri la cual tenía un orificio de 5 cm de diámetro en la parte superior y cubierta con tela organza y en la parte inferior contenía algodón a punto de saturación, se colocó la hoja con el envés hacia arriba y con un pincel de pelo de camello 000 se transfirieron diez hembras de un día de edad recién apareadas. Diariamente y por cuatro días se tomaron registros de mortalidad, oviposición y no preferencia, con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Cuando el ANOVA indicó la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para la separación de medias, utilizando el programa SAS System for Windows ver 9.0 (SAS, 2002). De las variedades de frijol en estudio se observó un mayor número de ácaros muertos en la variedad peruano con 6.80%, sin embargo las variedades negro, pinto y peruano se mostraron más susceptibles a esta plaga con 0.60, 2.20 y 1.20 % respectivamente.

**Palabras claves:** *Tetranychus urticae*, antibiosis, antisenosis.

## ABSTRACT

The present investigation was carried out in the Phytosanity laboratory of the National Technological Institute of Mexico-Roque, where the antibiotic and antisenoxis of red spider (*Tetranychus urticae* Koch) in the bean, pinto, black, Peruvian and low June flower varieties were evaluated laboratory conditions For this, squares of bean leaf (3x3 cm) of the fourth true leaf were cut, the leaf was placed in a Petri dish which had a hole of 5 cm in diameter at the top and covered with organza fabric and in the lower part contained cotton to saturation, placed the leaf with the underside upwards and with a brush of camel hair 000 ten females of a day of age recently paired were transferred. Daily and for four days records of mortality, oviposition and non-preference will be taken, with the results obtained an analysis of variance (ANOVA) was performed. When the ANOVA indicated the existence of identified differences between the treatments, the Tukey test ( $p \leq 0.05$ ) was applied for the separation of means, using the SAS System for Windows program see 9.0 (SAS, 2002). Of the bean varieties under study, a greater number of dead mites were detected in the Peruvian variety with 6.80%, however the black, pinto and Peruvian varieties are considered more susceptible to this pest with 0.60, 2.20 and 1.20% respectively.

**Key words:** *Tetranychus urticae*, antibiotic, antixenosis.

## INTRODUCCIÓN

La araña roja (*Tetranychus urticae* Koch.) es una plaga cosmopolita, afecta a aproximadamente 1 100 especies vegetales en 140 familias diferentes (Grbić *et al.*, 2011). La araña roja es estrictamente fitófaga y pasa la mayor parte de su ciclo de vida en los órganos de la planta, especialmente en las hojas, succionan la sabia, la pérdida de clorofila conduce primero a un moteado blanquecino o amarillento en la superficie superior de las hojas y eventualmente a una decoloración uniforme, bronceada o amarillenta, defoliación, e incluso la muerte de la planta ,en tomate, pepino, frijol un daño del 30% de la superficie foliar, estas manchas causan un daño estético que reduce su valor comercial, produciéndose por consiguiente importantes pérdidas económicas (González, 2004).

La reducción de las poblaciones de araña roja requiere la utilización de diversos métodos o técnicas de control. Entre ellos destacan el control químico, el biológico y el cultural (Agrotterra, 2013). Los acaricidas más utilizados para el control esta especie son la abamectina, el productor tiende a utilizarlos como único método de control, sin considerar que posee alta propensión a resistencia

(García, 2005). Como control cultural, condiciones de humedad alta en el follaje de la planta, regulando el manejo de riego y rotación de cultivos, la tercera es mediante sueltas directamente de enemigos naturales, previene en gran medida la presencia de esta plaga siendo el control biológico (Agroterra, 2013).

Existen diversos mecanismos involucrados en la defensa de las plantas a fitopatógenos, la resistencia que exhiben las especies vegetales (Altieri y Muñoz, 1990). La forma en como la relación entre el insecto y la planta es afectada depende de la clase de resistencia, por ejemplo antibiosis, antisenoxia (no preferencia), tolerancia. La resistencia por antibiosis a menudo resulta en aumento de la mortalidad o reducción en la longevidad y reproducción del insecto. Representa aquellas características de la planta, bien sea física o química que actúan contra la biología del insecto. Por ejemplo, factores antinutricionales o compuestos del metabolismo secundario de las plantas pueden afectar adversamente la nutrición, la reproducción o el desarrollo de los insectos plaga y conferir características antibióticas a la planta. La presencia de tricomas glandulares o en forma de gancho en tallos y hojas puede ser considerada un mecanismo físico de antibiosis contra algunos insectos. Algunos mecanismos de antixenosis incluyen modificaciones de la epidermis que hacen que la planta no sea aceptable para oviposición al no producir estímulos adecuados a las sensillas del ovipositor o plantas con sustancias repelentes que modifican el mecanismo de localización que utiliza el herbívoro. La tolerancia es una resistencia en la cual una planta es capaz de resistir o se puede recuperar del daño del insecto (Badii *et al.*, 2007). Por lo antes mencionado el objetivo de este trabajo fue evaluar la tolerancia de 4 variedades de frijol a araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) bajo condiciones de laboratorio

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La investigación se realizó en el laboratorio de Fitosanidad perteneciente al Departamento de Ciencias Agropecuarias del Instituto Tecnológico de Roque (TecNM-R). Al principio del experimento se sembró 4 variedades de frijol de las variedades pinto, peruano, negro, flor de junio en vasos de unicel de medio litro de capacidad llenados de tierra, las cuales se mantuvieron en la superficie, se colectaron hojas de frijol infestadas con esta especie de ácaro y se depositaron en bolsas de plástico para su traslado al laboratorio. Para el manejo del material biológico en el laboratorio se utilizó la técnica de Abou-Setta y Childers (1987) conocida como hoja arena, que

consistió en la transferencia de arañas rojas mediante un pincel de pelo de camello 000 a hojas de frijol de 20 cm de longitud de cada una de las 4 variedades en estudio, colocadas sobre el envés en charolas de plástico se colocaron arriba de papel absorbente saturado de agua y se mantuvieron a temperatura ambiente. Cuando las plantas de las 4 variedades en estudio cumplieron la etapa de 4 hojas, se recortaron cuadros de hoja de (3x3 cm), se colocó la hoja con el envés hacia arriba en una caja Petri la cual tenía un orificio de 5 cm de diámetro en la parte superior y cubierta con tela organza y en la parte inferior contenía algodón a punto de saturación con agua destilada y se transfirieron diez hembras de un día de edad recién apareadas. Diariamente y por cuatro días se tomaron registros de mortalidad, oviposición y no preferencia.

Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza (ANOVA). Cuando el ANOVA indico la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ) para la separación de medias, utilizando el programa SAS System for Windows ver 9.0 (SAS, 2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran el efecto de las variedades de frijol en el porcentaje de hembras vivas, muertas, repelidas y el número de huevos por hembra por día (HHD) de *T. urticae*, en donde se observa que para el porcentaje de hembras vivas, muertas y HHD las variedades tuvieron efecto altamente significativo ( $p \leq 0.01$ ) y en la repelencia no se observaron efectos de las variedades sobre esta variable.

Cuadro 1. Antibiosis de 4 variedades de frijol en etapa de la cuarta hoja de crecimiento al ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch). Las medias fueron tomadas a 4 días de la infestación en cuadrados de 3 cm<sup>2</sup> separados (5 hembras/cuadrado). Pr > F (<0.0001) Vivos (14.04\*\*), Muertos (29.28\*\*), Repelidos (1.06<sup>ns</sup>) y HHD (6.31\*\*).

Variedad <sup>†</sup>	% Vivos <sup>‡</sup> (Media±DS)	% Muertos <sup>‡</sup> (Media±DS)	% Repelidos <sup>‡</sup> (Media±DS)	HHD <sup>¶</sup> (Media±DS)	Dif <sup>¶¶</sup>
Negro	9.20±1.09 a	0.60±0.89 b	0.20±0.44 a	20.40±1.72 a	0
Pinto	7.40±1.64 a	2.20±1.64 b	0.40±0.00 a	17.64±4.66 a	13.52
Flor de Junio	8.00±1.67 a	1.20±1.30 b	0.80±0.54 a	15.96±3.32 ab	21.76
Peruano	3.20±1.73 b	6.80±0.44 a	0.00±1.30 a	11.84±2.19 b	41.96

<sup>†</sup>Listado en orden descendiente de los materiales más susceptibles a los más resistentes) <sup>‡</sup>Columnas separadas por Tukey (P ≤0.05)

<sup>¶</sup>Huevos/Hembra/Día <sup>¶¶</sup>Porcentaje de diferencia en comparación con el material más susceptible (100\*(H/H/D<sub>Negro</sub> – H/D/D<sub>línea</sub>) / H/D/H<sub>Negro</sub>).

Los materiales con mayores porcentajes de supervivencia fueron, negro, flor de junio y pinto con 9.20 ,8.00 y 7.40 respectivamente ( $F = 14.04$ ;  $df = 3$ ;  $P > 0.0001$ ), mientras que la variedad con menor supervivencia fue peruano con 3.20%. Como se puede observar la variedad peruano reduce 2.85 veces más la supervivencia en comparación con la variedad negro (Cuadro 1) estos datos son superiores a los reportados por (Ruiz *et al.*, 2018) quienes reportaron una variación en la supervivencia de *T. Urticae* de 1.45 en las variedades de tomate cereza y toro.

En relación a la mortalidad, también se observaron diferencias altamente significativas ( $F = 29.28$ ;  $df = 3$ ;  $P > 0.0001$ ), la variedad peruano registro un porcentaje de mortalidad de 6.80%, mientras que las variedades negro, pinto y flor de junio presentaron los valores más bajos con 0.60, 2.20 y 1.20 %, Van Lenteren y Noldus (1990) quienes aseveran que entre los efectos que presentan algunos tipos de metabolitos está la anti-alimentación, actividad que es ejercida por los compuestos que al ser ingeridos por el insecto, provoca que se deje de alimentar y, finalmente mueren de hambre.

Los resultados del análisis estadístico muestran que la variable repelencia no mostro diferencias significativas ( $F = 1.06$ ;  $df = 3$ ;  $P > 0.3933$ ) entre las variedades. En relación a la oviposición (HHD) se observaron diferencias altamente significativas entre los materiales en estudio ( $F = 6.31$ ;  $df = 3$ ;  $P > 0.0050$ ), la variedad peruano presento el valor más bajo con 11.84 %, mientras que las variedades Negro, pinto y flor de junio presentaron valores superiores de 20.40, 17.64 y 15.96%. La variedad peruano presenta un valor de 3.7 huevos/día mientras que la variedad flor de junio presento un valor menor de 1.64 huevos/día estos valores son inferiores a los reportados por Karlec *et al.* (2017) quienes encontraron efecto del cultivar de fresa sobre la oviposición de *T. urticae*; mostrando la mayor tasa de oviposición (6,2 huevos/día) sobre hojas de ‘Monterrey’, lo cual sugiere que este cultivar es más susceptible a la plaga en comparación con ‘Albión’ donde se registró apenas una tasa de 1,7 huevos/día.

## CONCLUSIÓN

De las variedades de frijol en estudio se observó un mayor número de ácaros muertos en la variedad peruano con 6.80%, por lo que se deduce que es una variedad resistente a *T. urticae*, lo cual coloca

a esta variedad como apta para la siembra de frijol y programas de mejora, sin embargo las variedades negro, pinto y peruano se mostraron más susceptibles a esta plaga.

## LITERATURA CITADA

- Abbott-Setta M M, C C Chinders (1987) A modified leaf arena technique for rearing phytoseiid or tetranychid mite for biological studies. Florida Entomologist 70:245-248.
- Agroterra.2013. Combatir araña roja. En : <https://www.agroterra.com/blog/descubrir/combatar-la-arana-roja/77647/>.
- ALTIERI M. A. Y MARTA MUÑOZ Mecanismos de resistencia de las plantas fitopatógenas, En. Fitopatología aplicada, epidemiología y manejo de enfermedades. — Berkeley: Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo (ELADES) .1990. Universidad de California, (fotocopia S.A.): p.29-39.
- Badii H. Mohammad; Almanza GarzaVictoriano.2007. Resistencia en Insectos, Plantas y Microorganismos. Universidad Autónoma de Nuevo León. Pag. 18-20.
- Grbíc, M.; Van Leeuwen, T.; Clark, R. M.; Rombauts, S.; Rouzé, P.; Grbíc, V.; Osborne, E. J.; Dermauw, W.; Thi Ngoc, P. C.; Ortego, F.; Hernández-Crespo, P.; Díaz, I.; Martínez, M.; Navajas, M.; Sucena, E.; Magalhães, S.; Nagy, L.; Pace, R. M.; Djuranovic, S.; Smagghe, G.; Iga, M.; Christiaens, O.; Veenstra, J. A.; Ewer, J. and Mancilla, V. R. 2011. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. UK. Nature. 479:(487-492).
- García, M. F. 2005. Resistencia de *Tetranychus urticae* y *panonychus citri* a acaricidas en el cultivo de los cítricos. España. Phytoma España 173:71-79.
- Gonzalez.2004.La araña roja. Disponible en: <http://www.infrojardin/plagas-y-enf/plagas-araña>.
- Karlec, F; Fonseca, A; Barneche de Oliveira, A; Silva da Cunha, U. Development of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in different strawberry cultivars. Rev. Bras. Frutic, 39 (1): 1-8.
- Ruiz A.; Malacara I.;Cerna E.; Ochoa Y.; Aguirre L.; Landeros J. 2018. Population behavior of *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) in tomato varieties. Autonomous Agrarian University Antonio Narro.
- SAS Institute Inc. 2002. Guide for personal computers. SAS institute, Cary, N.C.

Van Lenteren, J. C. and Noldus, L. P. 1990. Whitefly- plant relationship: behavioral, and biological aspects In: Gerling, D. (ed.). Whitefly: their bionomics, pest status and management. Intercept Andover. 47-89 pp.