TecNM/Roque, Celaya, Guanajuato, 12-14 mayo 2025 ISSN 2448-6620

CARACTERIZACIÓN DE SUSTRATOS EN PIMIENTO MORRÓN (*Capsicum annuum* L.) EN INVERNADERO

Mariana Tovar Anaya[2]; Davino Pérez Mendoza[1§] J. Guadalupe García Rodríguez[1]; Lorenzo Licea Rojas[1]; José Eduardo Ruiz Escobar[1]; José Luis Camargo Orduño[1]

[1]Docentes del TecNM-Roque, Celaya, Gto. [2]Egresada de Agronomía del TecNM/ITR, Celaya, Gto. [§]Autor de correspondencia: davino.pm@roque.tecnm.mx

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto del sustrato en el desarrollo fenológico, rendimiento y calidad del pimiento morrón en condiciones de invernadero. El experimento se realizó en la empresa ABOGUE S.P.R. de R.L. de C.V. se localiza en el camino a San Juan de la Cruz km 2.5 de la carretera Juventino Rosas- Celaya km 11, del municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas, Gto. El experimento se estableció bajo un diseño en bloques completamente al azar con tres tratamientos, tres repeticiones, obteniendo un total de nueve unidades experimentales (UE), el trasplante se realizó el día 13 de julio de 2024. Los tratamientos evaluados fueron tres sustratos el tratamiento uno fue tezontle, el tratamiento dos se realizó mezclando 50% de tezontle y 50% de foam, el tratamiento tres se realizó mezclando 50% de tezontle y 50% de ceniza. Las variables evaluadas fueron altura de planta (AlPta), Diametro de planta (DmPa), Diametro ecuatorial de fruto (DmEc), Diámetro polar de fruto (DmPl), Peso de fruto (PsFr) y rendimiento total (RnTl). El tratamiento que presento los mejores resultados a las variables evaluadas fue (T3) Tezontle-ceniza destacando en la mayoría de los muestreos. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS versión 9.4.

***Palabras clave**: Sustrato, Pimiento, Invernadero, Ceniza, Tezontle, Foam*

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the effect of substrate on phenological development, yield and quality of bell bell pepper under greenhouse conditions. The experiment was conducted at ABOGUE S.P.R. de R.L. de C.V., located on the road to San Juan de la Cruz km 2.5 of the Juventino Rosas-Celaya highway km 11, in the municipality of Santa Cruz de Juventino Rosas, Gto. The experiment was established under a completely randomized block design with three treatments, three replications, obtaining a total of 9 experimental

units (EU), transplanting was performed on July 13, 2024. The treatments evaluated were 3 substrates in treatment 1 was tezontle. Treatment 2 was made by mixing 50% tezontle and 50% foam. Treatment 3 was carried out by mixing 50% tezontle and 50% ash. The variables evaluated were plant height (AlPta), plant diameter (DmPa), equatorial diameter (DmEc), polar diameter (DmPl), fruit weight (PsFr) and total yield (RnTl). The treatment that presented the best results to the variables evaluated was (T3) Tezontle-ash, standing out in most of the samplings. The data were analyzed with the statistical program SAS version 9.4.

Key words: *Substrate, Pepper, Greenhouse, Ash, Tezontle, Foam*

INTRODUCCIÓN

Las plantas de pimiento pueden adaptarse a una amplia gama de suelos siempre que tengan un buen drenaje, ya que esta planta es muy sensible a la estrangulación de raíces. Por esta razón un suelo profundo, aireado, bien drenado y rico en materia orgánica tiene las mejores propiedades para un crecimiento y desarrollo óptimo para las plantas (Aguilar *et al*., 2023).

Existen varios factores que definen el éxito o fracaso de los productores de pimiento en condiciones protegidas, tales como: Elección de la variedad. La importancia de seleccionar o escoger la variedad más adecuada para obtener los mejores rendimientos. Para una buena elección de la variedad es necesario tomar en cuenta las condiciones a cultivar como la temperatura, humedad relativa, radiación, incidencia de plagas, definir el sistema de cultivo ya sea en suelo o sustrato y es crucial conocer el mercado (Intagri, 2013). Científicamente hablando, el cultivo de las plantas en sustrato inerte y en suelo es hidroponía (hydro = agua, ponos =trabajo), ya que los elementos absorbidos por el sistema radicular deben estar en una solución a base de agua (León *et al*., 2018).

La producción de cultivos bajo sustrato presenta diferencias sustanciales respecto del cultivo de plantas en suelo, el desarrollo de sustratos tiene su origen en el cultivo en contenedor al cultivar bajo contenedor las características del sustrato resultan decisivas en el correcto crecimiento y desarrollo de las plantas, observándose una interacción entre las características del contenedor y del sustrato con la planta. La producción en sustratos bajo invernadero mejora las características morfológicas y rendimiento de las plantas, es decir, cultivar en sustratos evita contratiempos ambientales y daños por contaminación del suelo, se hace más eficiente el uso del agua, se garantizan frutos de mejor calidad durante todo el ciclo y aumento de la relación beneficio-costo debido a una producción aproximadamente 49% mayor con relación a la productividad en campo abierto (Montoya *et al*., 2021)

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en ABOGUE S.P.R. de R.L. de C.V. se localiza en el camino a San Juan de la Cruz km 2.5 de la carretera Juventino Rosas- Celaya km 11, del municipio de Santa Cruz de Juventino Rosas, Gto. Se encuentra en las coordenadas GPS: Longitud -100.91270859324388 y Latitud 20.617069090750043 (Google, 2025).

Se utilizaron macetas plásticas con capacidad de 18 L, se rellenaron de tezontle, tezontle-ceniza y tezontle-foam. Antes del trasplante se realizó lavado de residuos de sales que se encontraran en el sustrato. Se desinfecto para evitar contaminar la plántula con microorganismos dañinos. Se uso un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA), con tres tratamientos y tres repeticiones dando un total de nueve UE. En una prueba de porosidad y aireación para los tratamientos de estudio: T1-Tezontle, T2-Tezontle-foam y T3 Tezontle-Ceniza. De acuerdo con la prueba que se realizó, el sustrato que tiene mayor porcentaje de retención de humead es T3 (Tezontle/ceniza) con 86% y el que tiene menor es T2 (Tezontle/Foam) con 41.33%. Además, el sustrato que tiene mayor porosidad de aireación según la prueba es T2 (Tezontle/Foam) con 43.33% y el que tiene menor es T3 con 10.66%.

La preparación de los sustratos, en el caso del tratamiento uno fue únicamente tezontle, para el tratamiento dos se realizó una mezclando 50% de tezontle más 50% de foam y el tratamiento tres se realizó mezclando 50% de tezontle y 50% de ceniza. Se monitoreo la cantidad de agua aplicada, CE y pH de entrada, así como el comportamiento de estas mediante el drenaje (Lixiviado) CE y pH de salida de cada tratamiento.

La altura de plántula se midió con una regla graduada desde la base de la plántula hasta el ápice de la última hoja verdadera. El diámetro de tallo se midió con un vernier en la parte baja del crecimiento apical. El diámetro polar se midiendo chile después de la cosecha, con el vernier desde la base hasta el ápice del chile cosechado, el diámetro ecuatorial se midió con el vernier en la parte media del chile cosechado. Se registró el peso del chile obtenido en cada repetición de los tratamientos. Las lecturas se efectuaron en la semana 45, 46 y 47. Se realizaron tres cosechas por semana, para lo cual se tomaron tres lecturas por semana. El análisis estadístico se realizó con el paquete SAS versión 9.4 en cuanto a la comparación de medias (Duncan α= 0.05)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base a los resultados podemos observar que si se presentan diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Para la variable de altura de planta (AlPa), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Con medias de 155.89 cm, 163.11 cm y 170.67 cm en las tres fechas de muestreo, con los valores más bajos los presento el tratamiento (1) tezontle, con valores medios de 122.33, 128.66 y 163.11 cm respectivamente. De igual manera para altura final (AlFnl), el tratamiento (T3) tezontle-ceniza fue el que presento los valores más altos con una media de 489.67 cm y el tratamiento (T1) tezontle, presentó los valores más bajos, con una media de 387.11 cm.

Para la variable diámetro de tallo (DmTll), el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Observó los valores más altos, con medias de 0.78, 0.59 y 0.39 cm respectivamente del muestreo uno al muestreo tres, los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) tezontle, con valores medios de 0.66, 0.49 y 0.33 cm respectivamente en los 3 muestreos realizados.

Cuadro 1. Cuadro de comparación de medias de la variable de altura de planta (AlPa) y diámetro de tallo (DmTl). Ciclo PV-2024.

Trat.	AlPa1	AlPa2	AlPa3	AlFnl	DmTll1	DmTll2	DmTll3
3	155.89 a	163.11a	170.66 a	489.67 a	0.78 a	0.59 a	0.39 a
2	149.56 a	155.89 a	163.11 a	468.56 a	0.76 a	0.59 a	0.38 a
1	122.33 b	128.66 b	136.11 b	387.11 b	0.66 a	0.46 b	0.33 a

Trat=Tratamiento, AlPa=Altura de planta, AlFnl=Altura Final, DmTll=Diametro de tallo. Valores con la misma letra en el mismo grupo, no hay diferencias significativas. Valores con letras diferentes en el mismo grupo presentan diferencias significativas.

En la investigación donde se evaluó la aplicación de algas marinas en pimiento morrón (*Capsicum annuum*) bajo condiciones de invernadero, se obtuvieron medias de 105.45, 95.50, 77.90 y 72.60 cm, respectivamente, en altura de planta (Balderas, 2024). Estos valores son inferiores a los obtenidos en la presente investigación, (Cuadro 1). (Balderas, 2024) en un trabajo de investigación donde se evaluó la aplicación de algas marinas en pimiento morrón (*Capsicum annuum*) bajo condiciones de invernadero, se obtuvieron medias de 13.33, 11.27, 10.70 y 9.64 mm, en diámetro de tallo (Balderas, 2024).

En base a los resultados se observa que si presentan diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Para la variable de diámetro ecuatorial de planta (DmEc), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza, del muestro 1 al 4 y del 6 al 9, con medias de 8.79 cm, 8.19 cm, 8.31 cm, 7.75 cm, 7.82 cm, 7.66 cm, 7.72 cm y 7.39 cm, con 8 fechas, no así para el DmEc5 donde el tratamiento con valor más alto fue el (T2) Tezontle-Foam con un valor de 7.70 cm, con los valores más bajos, los presentó el

tratamiento (T1) Tezontle, con valores medios de 6.73 cm, 7.27 cm, 7.21 cm, 6.90, 7.07 cm, 7.52 cm, 7.31 cm, 7.23 cm y 7.23 cm.

Cuadro 2. Comparación de medias de la variable de diámetro ecuatorial (DmEc). Ciclo PV-2024.

Trat.	DmEc1	DmEc2	DmEc3	DmEc4	Trat	DmEc5	Trat.	DmEc6	DmEc7	DmEc8	DmEc9
3	8.79a	8.19a	8.31a	7.75[a]	2	7.70a	3	7.82a	7.66a	7.72a	7.39a
2	7.09a	7.45a	7.91a	7.04b	3	7.53a	2	7.52a	7.53a	7.31a	7.31a
1	6.73a	7.27a	7.21b	6.90b	1	7.07a	1	7.52a	7.31a	7.23a	7.23a

Trat=Tratamiento, DmEc= Diámetro ecuatorial. Valores con la misma letra en el mismo grupo, no hay diferencias significativas. Valores con letras diferentes en el mismo grupo presentan diferencias significativas.

En un trabajo de investigación donde se evaluó ocho líneas de chile pimiento morrón bajo condiciones de agricultura protegida, se obtuvieron medias de 8.5, 9.0, 9.0 y 8.5 cm en diámetro ecuatorial (Rivera et al., 2023). Estos valores son superiores a los obtenidos en la presente investigación (Cuadro 2).

Tezontle-ceniza. Con medias de 9.87 cm, 8.18 cm, 9.21 cm, 8.29 cm, 8.28 cm, 9.99 cm, 9.58 cm, 9.58 cm y 9.31 cm, en las nueve fechas de muestreo. Con los valores más bajos los presento el tratamiento (T2) tezontle-foam para DmPl1 y DmPl2 con valores medios de 7.41 cm, 7.51 cm, y el tratamiento (T1) tezontle de DmPl3 al DmPl9 con valores medios de 7.84 cm, 7.95 cm, 7.53 cm, 8.82 cm 8.61 cm, 8.85 cm y 8.85 cm.

Cuadro 3. Comparación de medias de la variable de diámetro polar (DmPl). Ciclo PV-2024.

Trat.	DmPl1	DmPl2	Trat.	DmPl3	DmPl4	DmPl5	DmPl6	DmPl7	DmPl8	DmPl9
3	9.87a	8.18a	3	9.21a	8.29a	8.28a	9.99a	9.58a	9.58a	9.31a
1	7.96a	7.61a	2	8.03a	8.26a	8.27a	9.31a	9.34a	9.18a	9.18a
2	7.41a	7.51a	1	7.84b	7.95a	7.53a	8.82b	8.61a	8.85a	8.85a

Trat=Tratamiento, DmPl=Diámetro polar. Valores con la misma letra en el mismo grupo, no hay diferencias significativas. Valores con letras diferentes en el mismo grupo presentan diferencias significativas.

En un trabajo de investigación donde se evaluó tres híbridos de chile pimiento morrón (*Capsicum annuum L.*) en cultivo hidropónico, en invernadero, se obtuvieron medias de 4.10, 6.48, 6.94 cm, en diámetro polar (Villamil, 2015). Estos valores son inferiores a los obtenidos en la presente investigación (Cuadro 3).

Con base a los resultados podemos observar que si se presentan diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. Para la variable de peso de fruto (PsFr), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Para PsFr1 al PsFr4 y del PsFr6 al PsFr8, con medias de 211.21g, 185.62 g, 184.72 g, 186.67 g, 211.67 g, 192.44 g y 192.44 g en siete fechas de muestreo. No así para PsFr5 y PsFr9

donde los valores más altos fue el (T2) tezontle-foam con medias de 159.44 g y 178.33 en dos fechas de muestreo.

Los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) tezontle, de PsFr1, PsFr3 al PsFr6, PsFr8 y PsFr9 con valores medios de 149.94 g, 149.89 g, 147.58 g, 143.33 g, 174.00 g, 155.00 g y 149.44 g, en siete fechas. No así para PsFr2 y PsFr7 donde los valores más bajos fueron del tratamiento (T2) tezontle-foam con una media de 149.90 g y 147.67 g, en dos fechas.

Para la variable rendimiento total (RnTl), el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Presento los valores más altos, con medias de 1680.89 g, los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) tezontle, con valores medios de 1379.65 g.

Cuadro 3. Comparación de medias de la variable de peso de fruto (PsFr). Ciclo P-V-2024.

Trat.	PsFr1	Trat.	PsFr2	Trat.	PsFr3	PsFr4	Trat.	PsFr5	Trat.	PsFr6
3	211.21a	3	185.62a	3	184.72a	186.67a	2	159.44a	3	211.67a
2	171.95b	1	150.47a	2	161.07a	166.21a	3	143.89a	2	177.33a
1	149.94b	2	149.90a	1	149.89a	147.58b	1	143.33a	1	174.00a

Continuación…

Trat.	PsFr7	Trat	PsFr8	Trat.	PsFr9	Trat.	RnTl
3	192.44a	3	192.44a	2	178.33a	3	1680.89a
1	160.00a	2	178.33a	3	172.22a	2	1490.24b
2	147.67a	1	155.00a	1	149.44a	1	1379.65b

Trat=Tratamiento, PsFr= Peso de fruto, RnTl= Rendimiento total. Valores con la misma letra en el mismo grupo, no hay diferencias significativas. Valores con letras diferentes en el mismo grupo presentan diferencias significativas

En un trabajo de investigación donde se evaluó calidad y potencial antioxidante del pimiento morrón desarrollado con abonos orgánicos y arena en invernadero, se obtuvieron medias de126.41, 120.9, 141.66, 147.1, 120.5, 120.34, 126.4, 111.21, 140.11, 123.29, 129.11 y 149.63 g en peso de fruto (PARCERO, 2014) Estos valores son inferiores a los obtenidos en la presente investigación (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

En la variable agronómica de altura de planta, el tratamiento (3) tezontle-ceniza presenta los valores más altos y el tratamiento (1) tezontle presenta los valores más bajos. De igual manera para altura final (AlFnl), el tratamiento (T3) tezontle-ceniza fue el que presento los valores más altos y el tratamiento (T1) tezontle, presento los valores más bajos.

Para la variable diámetro de tallo (DmTll), el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Presentó los valores más altos, respectivamente del muestreo, los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) tezontle, con valores medios de los tres muestreos realizados.

Para la variable de diámetro ecuatorial de planta (DmEc), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza, del muestro uno al cuarto y del seis al nueve con ocho fechas, no así para el DmEc5 donde el tratamiento con valor más alto fue el (T2) tezontle-foam, con los valores más bajos, los presento el tratamiento (T1) tezontle. Para la variable de diámetro polar de planta (DmPl), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Con los valores más bajos los presento el tratamiento (T2) tezontle-foam para DmPl1 y DmPl2 y el tratamiento (T1) tezontle de DmPl3 al DmPl9. Mas sin embargo el tratamiento más bajo fue (T1) tezontle con más valores.

Para la variable de peso de fruto (PsFr), el que obtuvo los valores más altos fue el tratamiento (T3) tezontle-ceniza. Para PsFr1 al PsFr4 y del PsFr6 al PsFr8, en siete fechas de muestreo. No así para PsFr5 y PsFr9 donde los valores más altos fueron el (T2) tezontle-foam en dos fechas de muestreo.

Los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) tezontle, de PsFr1, PsFr3 al PsFr6, PsFr8 y PsFr9, en siete fechas. No así para PsFr2 y PsFr7 donde los valores más bajos fueron del tratamiento (T2) tezontle-foam en dos fechas.

Para la variable rendimiento total (RnTl), el tratamiento (T3) Tezontle-ceniza., presento los valores más altos, los valores más bajos los presento el tratamiento (T1) Tezontle.

Por tanto, el tratamiento con mayor valor en cuanto a las variables evaluadas fue (T3) Tezontle-ceniza destacando en la mayoría de los muestreos. En cuanto al tratamiento con valores más bajos fue (T1) tezontle donde se obtuvo valores más bajos en las diversas variables evaluadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar *et al* (2023). Creative commons atribución-no comercial-sin derivadas 4.0. Obtenido de sustratos y soluciones nutritivas en la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.): https://www. jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/4089

Balderas (2024). Aplicación de algas marinas en pimiento morrón (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. Celaya: TecNM/Instituto Tecnológioco de Roque.

Campo-Valencia (2023). Aplicación foliar de fosfonato de potasio en lechuga (*Lactuca sativa*) con fertirriego a campo abierto. Celaya: TecNM/Instituto Tecnológico de Roque. Obtenido de https://www.

google.com.mx/maps/place/Instituto+Tecnol%C3%B3gico+de+Roque/@20.5754334,-100.8279244,17z/data=!4m14!1m7!3m6!1s0x842ca5391cefde3f:0x94dd9ba5b515776e!2sInstituto+Tecnol%C3%B3gico+de+Roque!8m2!3d20.5813874!4d-100.8268118!16s%2Fg%2F1z3tccgw9!3m5!

Google (2025). Obtenido de https://www.bing.com/maps?q=ABOGUE+S.P.R.+de+R.L.+de+C.V.+se+localiza+en+el+camino+a+San+Juan+de+la+Cruz+km+2.5+de+la+carretera+Juventino+Rosas-+Celaya+km+11%2C+del+municipio+de+Santa+Cruz+de+Juventino+Rosas%2C+Gto.+Se+encuentra+en+las+coordenadas+GPS%3A+

Intagri (2013). Aspectos Clave para la Producción exitosa de Pimiento en Invernadero. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 2 p., 2.

León et al (2018). Guía para el Cultivo de tomate en inernadero tercera edición. Chihuahua: Jorge Villalobos Enves.

Montoya et al (2021). Scielo. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext &pid=S0187-57792021000100143

Morales et al (2023). Scielo. Obtenido de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_ arttext&pid=S2007-90282023000200006

Nava et al (2025). Remexca. Obtenido de https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/3538/7260

Parcero SR (2014). Calidad y potencial antioxidante del pimiento morrón desarrollado con abonos órganicos y arena en invernadero. Torreón, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Rivera et al (2023). Evaluación agronómica de ocho líneas de chile pimiento morrón bajo condiciones de agricultura protegida. Saltillo, Coahuila, México: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

Villamil. (2015). Evaluación de tres híbridos de chile pimiento morrón (Capsicum annuum L.) en cultivo hidropónico, en invernadero. Torreón, Coahuila: Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.