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

ENVEJECIMIENTO ACELERADO A 48 Y 72 H EN MAICES AVANZADOS DEL ITR

Cesar Emilio Rico Ramirez[1], Luis P. Guevara Acevedo[2], Fernando Linares Gasca[1], María Eugenia Gallardo Rodríguez[2], Ricardo Yáñez López[2], Sarahyt Santamaría González Figueroa[3]

[1]Estudiante de ingeniería en agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [2]TecNM-Roque, Carretera Celaya-Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [3]Campo Experimental Bajío- INIFAP. Carretera Celaya- San Miguel de Allende km 6.5. Celaya, Guanajuato, México. CP. 38110. [1]Autor de correspondencia: luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Este estudio se llevó a cabo en el Instituto Tecnológico Nacional de México campus Roque, con el objetivo de evaluar el efecto del envejecimiento acelerado en semillas de maíz variedad "Roque 2021". Se sometieron semillas a un envejecimiento acelerado a 60°C durante 48 y 72 h, utilizando bandejas plásticas llenada a la mitad de su capacidad y sobre la charola una malla con 100 semillas Posteriormente, las semillas fueron sembradas en camas de arena, estableciendo tres bloques experimentales con 25 semillas por tratamiento. Se realizaron mediciones tras la emergencia estandarizada y a los 15 días después de la siembra. Se evaluaron variables como longitud de raíz, longitud de plúmula, altura de la planta, peso fresco y seco de diferentes estructuras y biomasa total. Los resultados indicaron que el tratamiento de envejecimiento acelerado a 72 h presentó los valores más altos en todas las variables evaluadas, superando al tratamiento de 48 h. A los 15 días, el tratamiento de 72 h mantuvo esta tendencia, mostrando mayores valores en todas las variables evaluadas, lo que sugiere que un mayor tiempo de envejecimiento acelerado favorece ciertas características fisiológicas. Al comparar ambos tratamientos, se encontró que el envejecimiento acelerado a 72 h favorece el crecimiento inicial y la acumulación de biomasa en mayor medida que el tratamiento de 48 h.

Palabras clave. *Envejecimiento acelerado, germinación, vigor, biomasa, viabilidad, deterioro*

ABSTRACT

This study was carried out at the Instituto Tecnologico Nacional de México campus Roque, with the objective of evaluating the effect of accelerated aging on corn seeds variety “Roque 2021”. Seeds were subjected to accelerated aging at 60°C for 48 and 72 h, using plastic trays filled to half their capacity and on top of the tray

a mesh with 100 seeds. Measurements were taken after standardized emergence and 15 days after sowing. Variables such as root length, plumule length, plant height, fresh and dry weight of different structures and total biomass were evaluated.

The results indicated that the accelerated aging treatment at 72 h presented the highest values in all the variables evaluated, surpassing the 48 h treatment. At 15 days, the 72 h treatment maintained this trend, showing higher values in all the variables evaluated, suggesting that a longer accelerated aging time favors certain physiological characteristics. When comparing both treatments, it was found that accelerated aging at 72 h favored initial growth and biomass accumulation to a greater extent than the 48 h treatment.

Keywords. *Accelerated aging, germination, vigor, biomass, viability, deterioration*

INTRODUCCIÓN

La calidad de la semilla es un factor clave en la producción agrícola, ya que influye directamente en la germinación y el desarrollo de las plántulas. Esta calidad comprende aspectos genéticos, fitosanitarios, físicos y fisiológicos, los cuales determinan su potencial de germinación y crecimiento posterior (Mbora *et al*., 2019). Entre las herramientas más utilizadas para evaluar la calidad se tienen la prueba de germinación estandar, aunque su utilidad puede complementarse con la determinación del vigor, ya que este factor permite predecir con mayor precisión el comportamiento de la semilla en campo (Copeland & McDonald, 2012).

En este contexto, la Asociación Oficial de Análisis de Semilla ha definido las pruebas de vigor como una herramienta fundamental para determinar el potencial fisiológico de las semillas. Estas pruebas permiten identificar diferencias significativas entre lotes con niveles de germinación similares, clasificar las semillas en distintos niveles de vigor y prever su desempeño en condiciones de campo, transporte y almacenamiento. Para ello, se emplean pruebas de estrés, que evalúan la germinación tras la exposición a condiciones adversas (Association Official Seed Analysis, 2014). No obstante, la falta de estandarización en los métodos utilizados para distintas especies ha llevado a la aplicación de períodos de exposición que, en algunos casos, generan niveles de estrés más severos que los experimentados por las semillas en su manejo y siembra (Lima *et al*., 2006).

En todos los cultivos propagados por semillas, una emergencia rápida y uniforme de las plántulas en campo influye directamente en la homogeneidad, el rendimiento y la calidad del producto final al momento de la cosecha. En este sentido, el uso de semillas de alta calidad es un factor determinante para cualquier sistema agrícola (Marcos-Filho, 2015). La calidad de una semilla se compone de cuatro aspectos fundamentales:

genético (pureza varietal), físico (daño mecánico y presencia de material extraño), sanitario (patógenos presentes) y fisiológico (capacidad de germinación y vigor). La tecnología de semillas ha evolucionado con el objetivo de mejorar las pruebas utilizadas para evaluar el potencial fisiológico de las semillas, proporcionando información confiable sobre su desempeño en campo (Elías, 2018).

El vigor de la semilla se define como el conjunto de características que le permiten desarrollar plántulas normales de manera rápida y uniforme en diversas condiciones ambientales. Está directamente relacionado con la capacidad de la semilla para llevar a cabo sus funciones fisiológicas esenciales y completar su ciclo biológico. Sin embargo, esta capacidad puede deteriorarse con el tiempo debido al envejecimiento fisiológico, un proceso que inicia desde la maduración de la semilla y continúa durante su cosecha, procesamiento y almacenamiento. La velocidad de deterioro dependerá del genotipo, el tiempo de almacenamiento y las condiciones ambientales durante estos procesos (ISTA, 2016).

Por ello, conocer el vigor de un lote de semillas proporciona información valiosa sobre su desempeño en campo y su estabilidad en almacenamiento. Para evaluar el vigor, se han desarrollado diversos métodos, entre ellos la prueba de frío, el envejecimiento acelerado, la medición de la conductividad eléctrica, la prueba de tetrazolio y la evaluación del crecimiento de plántulas en un periodo determinado. En particular, el envejecimiento acelerado se ha convertido en una herramienta clave para estudiar las bases fisiológicas y genéticas del vigor, permitiendo establecer estrategias para mejorar la calidad de las semillas y optimizar su manejo en la producción agrícola (Zhou *et al*., 2020).

Finalmente, es importante considerar que la calidad de las semillas, al igual que la de otros productos biológicos, es un estado dinámico que tiende a deteriorarse con el tiempo. Cada tipo de semilla posee un período finito de viabilidad, el cual está determinado por las condiciones de almacenamiento y conservación. Este concepto es análogo al de vida anaquel en alimentos, donde se define el tiempo en que un producto puede mantener sus características de calidad y seguridad bajo condiciones específicas (Salinas-Hernández *et al.,* 2007). Por tal motivo el objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad fisiológica de la semilla de maíz variedad Roque 2021 mediante diferentes tiempos de exposición(48 y 72 h), con el fin de determinar su vida de anaquel, resistencia de almacenamiento, capacidad de germinación y vigor bajo condiciones controladas, permitiendo así saber el grado de deterioro de la semilla y su viabilidad a lo largo del tiempo, proporcionando información clave para su manejo, conservación y almacenamiento en óptimas condiciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se llevó a cabo en las camas de arena del Instituto Tecnológico Nacional de México, campus Roque (TecNMR). Se emplearon semillas de maíz de la variedad "Roque 2021", sometidas a un proceso de envejecimiento acelerado durante 48 y 72 h antes de ser sembradas en camas de arena. Para dicho proceso, se colocaron 100 semillas en bandejas plásticas de 28x21x3 cm, cubiertas con una malla metálica y el recipiente llenado con agua hasta la mitad de su capacidad. Posteriormente, se mantuvieron en una estufa a 60°C (FELISA®) por 48 y 72 h, según el tratamiento.

Para la siembra de cada tratamiento, se establecieron tres bloques experimentales, cada uno con 25 semillas. Tras la siembra, se realizó un seguimiento diario del porcentaje de emergencia. Una vez que se estandarizó la emergencia, se seleccionaron y extrajeron cinco plantas por surco de cada tratamiento. En este punto, se midió la longitud de raíz, plúmula y altura total de la planta utilizando una regla de 30 cm (Barrilito®). Luego, las plantas fueron separadas en diferentes partes (raíz, semilla, plúmula y hojas) para determinar su peso seco, utilizando una balanza analítica (Adam®). Posteriormente, las muestras se colocaron en bolsas de papel cartón y fueron introducidas en una estufa previamente calentada a 70°C por 48 h (Felisa®). Al finalizar este período, se realizó un nuevo pesaje para determinar el peso seco final.

Este procedimiento se repitió para un segundo muestreo a los 15 días de ambos tratamientos, registrando tanto el peso seco como el peso fresco. Finalmente, los datos obtenidos de cada variable fueron sometidos a un análisis de varianza y, en caso de encontrar diferencias significativas ($p>0.05$), se realizó una prueba de comparación de medias de Tukey. Todo el análisis estadístico fue llevado a cabo mediante el programa SAS System (9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del análisis de varianza muestran que los tratamientos evaluados presentaron efecto significativo al 95% de significancia en las variables (Pr>Fr) longitud de raíz (0.0448*) y biomasa de semilla (0.2722*). Morales (2014) en su estudio evaluación de calidad física y fisiológica de la semilla de tres variedades de frijol, encontró valores similares, demostrando significancia (9.06*) para la variable longitud de raíz.

Mientras que las variables longitud de plúmula (0.6266^{ns}), altura (0.0958^{ns}), peso fresco de la planta (0.2012^{ns}), peso fresco de la raíz (0.6149^{ns}), peso fresco de la semilla (0.4040^{ns}), peso fresco de la plúmula (0.2361^{ns}), peso fresco de la hoja (0.2806^{ns}), peso seco de la planta (0.3316^{ns}), peso seco de la raíz (0.7183^{ns}), peso seco de la semilla (0.3202^{ns}), peso seco de la plúmula (0.1111^{ns}), peso seco de la hoja (0.7371^{ns}), biomasa de la planta (0.0991^{ns}), biomasa de la raíz (0.4802^{ns}), biomasa de la plúmula (0.2722^{ns}) y biomasa de la hoja (0.2516^{ns}), no presentaron diferencia significativa. Siendo contrario a lo reportado por Molina y colaboradores (2007) para las variables peso seco de hojas (0.28**) y peso seco de raíz (0.22**); encontrando diferencia significativa en calidad fisiológica en semillas de maíz con diferencias estructurales.

Cuadro 1. Efecto del envejecimiento acelerado a 48 y 72 h de la semilla de maíz Roque 2021 en la calidad fisiológica de la semilla a los siete días después de siembra.

Trat.	Tratamiento	Longitud Raíz (cm)	Biomasa Semilla (g)
1	Envejecimiento Acelerado	7.82 b	0.15 b
2	Envejecimiento Acelerado	12.80 a	0.22 a

En el Cuadro 1 se observa que el tratamiento de envejecimiento acelerado a 72 h de la semilla de maíz variedad Roque 2021 presento los mayores valores para las variables longitud de raíz (12.80 cm) y biomasa de semilla (0.22 g), mientras que para el de 48 h fue el que menores valores presentó.

Para la variable longitud de raíz (15.30 cm) Magdaleno- Hernández y colaboradores (2020) en la evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de maíz nativo sostiene lo obtenido mostrando mayor vigor con este tratamiento a 72 horas de exposición.

Los valores recabados 15 días después de que se estandarizo la semilla con envejecimiento acelerado a 48 y 72 h de la variedad Roque 2021, presentaron efectos altamente significativos en las variables (Pr>Fr) peso fresco de la hoja (0.0064**) y biomasa de la hoja (0.0072**). Vásconez *et al.,* (2021) quienes mencionan que la variable biomasa de la hoja (25.94*) presentó significancia entre sus tratamientos en la producción de biomasa en cultivos de maíz.

Se observo efecto al 95% de significancia de los tratamientos en las variables altura (0.0318*), peso fresco de la planta (0.0182*), peso fresco de la raíz (0.0116*), peso seco de la planta (0.0382*), biomasa de la planta (0.0257*) y biomasa de la raíz (0.0268*) se observaron efectos significativos al 95% de significancia en los tratamientos de las variables. Esto difiere con lo reportado por Álvarez y colaboradores (2011) el cual menciona que para las variables altura (20.35**) y peso seco de la planta (24249.01**) presentaron diferencias altamente

significativas en la investigación relación entre pruebas de calidad fisiológica de semillas de jitomate (*Solanum lycopersicum L.*) con el establecimiento en almácigo. Mientras que para las variables longitud de plúmula (0.7275^{ns}), longitud de raíz (0.3844^{ns}), peso fresco de la semilla (0.7025^{ns}), peso fresco de la plúmula (0.4578^{ns}), peso seco de la raíz (0.0967^{ns}), peso seco de la semilla (0.9575^{ns}), peso seco de la plúmula (0.0520^{ns}), peso seco de la hoja (0.1891^{ns}), biomasa de la semilla (0.5889^{ns}) y biomasa de la plúmula (0.6205^{ns}), los tratamientos no tuvieron efecto sobre estas variables. Al respecto, Presa-Figueroa y colaboradores (2016) en un estudio titulado calidad fisiológica en líneas endogámicas de maíz para el bajío coincide con lo obtenido para las variables peso seco de raíz (0.0048^{ns}) y peso seco de plúmula (15093.1^{ns}), pero desacuerda con la variable longitud de plúmula (2.27**).

Tal que a los 15 días, como se observa en el Cuadro 2, el envejecimiento acelerado a 72 h siguió la misma tendencia qué en el primer muestreo, mostrando los mayores valores obtenidos en todas las variables sobre el tratamiento de 48 h, tales como, altura (39.45 cm), peso fresco de la planta (4.26 g), biomasa de la planta (3.81 g), biomasa de la raíz (0.82 g) y biomasa de las hojas (2.98 g), siendo así el tratamiento 2 de envejecimiento acelerado a 72 h el más efectivo para estas variables.

Cuadro 2. Efecto del envejecimiento acelerado a 48 y 72 h de la semilla de maíz Roque 2021 en la calidad fisiológica de la semilla a los 15 días después de siembra.

N°	Tratamiento	Alt. (cm)	Peso Fresco Planta(g)	Peso Fresco Raíz (g)	Peso Fresco Hoja(g)	Peso Seco Planta(g)	Biomasa Planta (g)	Biomasa Raíz (g)	Biomasa Hoja (g)
1	Envejecimiento Acelerado	32.447 b	3.44 b	0.76 b	2.46 b	0.36 b	3.08 b	0.66 b	2.20 b
2	Envejecimiento Acelerado	39.453 a	4.26 a	0.94 a	3.27 a	0.45 a	3.81 a	0.82 a	2.98 a

Gonzales *et al.,* (2014), reportan similitud respecto a lo obtenido en este trabajo para la variable altura (40.02 cm) con el tratamiento de envejecimiento acelerado a 72 h en el estudio sobre la calidad para producir germinados para forraje.

CONCLUSIONES

El envejecimiento acelerado a 72 h en la semilla de maíz variedad Roque 2021 mostró mejores resultados para las variables en estudio que el envejecimiento a 48 h, pero no es recomendable para mejorar la producción, sino para evaluar la calidad y resistencia de la semilla en almacenamiento. Se recomienda evitar periodos prolongados de almacenamiento, ya que la viabilidad de la semilla disminuye con el tiempo, como se observó en esta variedad de maíz.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Álvarez Medina A; Martínez Solís J; Rodríguez Pérez JE; Peña Ortega MG (2011). Relación entre pruebas de calidad fisiológica de semillas de jitomate *(Solanum lycopersicum L.)* con el establecimiento en almácigo. Revista Chapingo. Serie horticultura, 17(SPE2), 57-62.

Association official seed analysis (AOSA). (2014). Seed vigour-testing handbook. Lincoln, USA. AOSA. 88pp.

Copeland L; Mcdonald M (2012). Principles of Seed Science and Technology.Springer Science & Business Media. 467pp.

Elías S (2018). The importance of using high quality seeds in agriculture systems. Agri Res & Tech: Open Access J 15(4): 1-2

González Rodríguez F; León Gómez D; Borges Gómez L; Pinzón López L; Magaña Magaña M; Sangines García R; Urrestarazu Gavilán M (2014). Envejecimiento acelerado sobre la calidad de semillas de maíz para producir germinados para forraje alternativo. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5(SPE8): 1487-1493.

International Seed Testing Association (ISTA). (2005). International rules for testing. Bassrrdorf, CH-Switzerland.

International Seed Testing Association (ISTA). (2016). International RulesSeed Testing. Zurich. Suiza.

Lima C; Athanázio J; Bellettini N (2006). Germinação e vigor de sementes de alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum L*.) submetidas ao envelhecimento acelerado. *Semina:Ciências Agrárias* (27), 159-170.

Magdaleno-Hernández E; Magdaleno-Hernández A; Mejía-Contreras A; Martínez-Saldaña T; Jiménez-Velázquez MA; Sánchez-Escudero J; García-Cué JL (2020). Evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de maíz nativo. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 17(3): 569–581.

Marcos-Filho J (2015) . Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. Sci. Agric. 72 (4): 363-374.

Mbora A; Schmidt L; Angaine P; Meso M; Omondi W; Ahenda J; Lilleso JPB; Mwanzia JM; Mutua NA; Mutua Wangu R; Jamnadass R (2009). Tree seed quality guide. World Agroforestry Centre, Nairobi, Kenya. 28pp.

Molina Moreno JC; Pérez de la Cerda FDJ; Carballo Carballo A; Santacruz Varela A; Hernández Livera A (2007). Calidad fisiológica en semillas de maíz con diferencias estructurales. Agricultura técnica en México, 33(1), 53-61.

Morales Morales, D. A. (2014). Evaluación de la calidad física y fisiológica de la semilla de tres variedades de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris).*

Presa-Figueroa MI; Andrio-Enríquez E; Rivera-Reyes JG; Mendoza-Elos M; Cervantes-Ortíz F (2016). Calidad fisiológica en líneas endogámicas de maíz para el Bajío. Biotecnología y Sustentabilidad, 1(1): 125-125.

Salinas-Hernández RM; González-Aguilar GA; Pirovani ME; Ulín-Montejo F (2007). Modelación del deterioro de productos vegetales frescos cortados. Universidad y Ciencia 23(2): 183-196.

Vásconez Montúfar GH; Caicedo Acosta LA; Véliz Zamora DV; Sánchez Mora FD (2021). Producción de biomasa en cultivos de maíz: Zona central de la costa de Ecuador. Revista de Ciencias Sociales (Ve), XXVII(3): 417-431.

Zhou YS; Zhou L; Wang D; Wu H; Cheng X; Du E (2020). Regulate seed vigor in rice. Journal of Integrative, Plant Biology 62(4): 470-486.