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

CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLAS DE MAÍZ BAJO ENVEJECIMIENTO ACELERADO A 48 Y 72 H

José R. Cañada Peña[1] Luis P. Guevara Acevedo[2§], Mariano Mendoza Elos[2], Luis Ramón Sánchez Rico[2], María E. Gallardo Rodríguez[2], Abril de M. Montesinos Bernal[2]

[1]Estudiante de Ingeniería en Agronomía TecNM-Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [2] TecNM-campus Roque, Carretera Celaya – Juventino Rosas, km 8, CP 38110, Celaya Guanajuato. [3]TecNM-Roque, Celaya, Gto.

[§]Autor de correspondencia: luis.ga@roque.tecnm.mx

RESUMEN

Este trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto fisiológico del envejecimiento acelerado en semilla de maíz variedad Roque García Tropical, se llevó a cabo en el laboratorio de Fitosanidad del Instituto Tecnológico Nacional de México campus Roque, se sometieron las semillas a dos tratamientos de envejecimiento acelerado, con duraciones de 48 y 72 h. Para esto, se colocaron 100 semillas sobre una malla metálica en charolas plásticas, a las cuales se les vertió agua hasta la mitad de su capacidad y se introdujeron en una estufa y se mantuvieron ahí durante 48 y 72 h a 60 °C, una vez concluido el proceso de envejecimiento, las semillas se sembraron en una cama de arena, distribuidas en tres surcos de 25 semillas, se regaron cada tercer día, después de la siembra, se monitorearon la emergencia de las plántulas diariamente, se seleccionaron cinco plantas al azar por surco en cada tratamiento, se les realizó un proceso de lavado y secado, y posteriormente se midieron variables como la altura de la planta, la plúmula y la raíz, para el peso fresco, las plantas fueron pesadas en una balanza, después, se separaron en raíz, plúmula, hojas y semilla para pesarse, estas mediciones se repitieron después de 15 días después del primer pesaje. Los resultados indican que las plantas que experimentaron un envejecimiento acelerado a 48 h mostraron valores superiores en las variables evaluadas en comparación con el envejecimiento acelerado a 72 h.

Palabras clave. *Viabilidad, vigor, envejecimiento, peso fresco, plantas*

ABSTRACT

This work was carried out with the objective of evaluating the physiological effect of accelerated aging at 48 and 72 h in Roque García Tropical variety corn seed. It was carried out in the Phytosanitary laboratory of the Instituto Tecnológico Nacional de México campus Roque. For this, 100 seeds were placed on a metallic mesh on top of

plastic trays, to which water was poured up to half of their capacity and they were introduced in an oven and kept there for 48 and 72 h at 60 °C, once the aging process was concluded, the seeds were sown in a bed of sand, distributed in three furrows of 25 seeds, they were watered every third day after sowing, Five plants were randomly selected per furrow in each treatment, they were washed and dried, and then variables such as plant height, plumule and root were measured, for fresh weight, the plants were weighed on a balance, then they were separated into root, plumule, leaves and seed to be weighed, these measurements were repeated after 15 days after the first weighing. The results indicate that plants that underwent accelerated aging at 48 h showed higher values for the variables evaluated compared to accelerated aging at 72 h.

Keywords: *Viability, vigor, aging, fresh weight, plants*

INTRODUCCIÓN

El maíz es un recurso agrícola de gran valor, posicionándose como el tercer cereal de mayor relevancia en el mundo, para 2023, Estados Unidos, China, Brasil y Argentina son los países líderes en producción de maíz a nivel global, con la capacidad de generar el 76% de las exportaciones a nivel mundial (Chavira *et al.,* 2024). Teniendo en cuenta la alimentación humana, específicamente México se sitúa como el octavo productor a escala global y uno de los principales consumidores del producto (García-López *et al.,* 2023). Por lo cual, el cultivo de maíz es el más relevante de la nación y refleja en gran parte la esencia y los desafíos de la agricultura mexicana desde la perspectiva del comercio internacional. El grano de maíz representa el rubro más relevante de las importaciones de bienes agropecuarios del país (González *et al*.,2010), por lo que la siembra de maíz es crucial para la economía mundial, dado que el grano puede ser utilizado en la alimentación o como forraje para nutrir al ganado. Por ello, en México se cultivan entre 7.5-8 millones de hectáreas para la recolección de grano y 608, 700 para el cultivo de maíz forrajero (García-López *et al.,* 2023), La calidad de la semilla de variedades mejoradas de maíz es crucial para un establecimiento uniforme y rápido del cultivo, además de una elevada productividad (Virgen-Vargas *et al.,* 2016), por lo que la utilización de semillas de alta calidad representa una de las inversiones más lucrativas en la economía de cualquier agricultor, y respalda ampliamente la investigación en métodos apropiados para una semilla de maíz de excelente calidad, también se sabe que la calidad y el rendimiento pueden incrementarse mediante modificaciones en las prácticas de agricultura (García-Rodríguez *et al.,* 2018), teniendo en cuenta que la calidad de las semillas se determina por diversos factores: el genotipo de la planta, las condiciones meteorológicas durante su crecimiento y las tareas culturales llevadas a cabo desde la plantación hasta la recolección, esta se configura a partir de los impactos de sus características genéticas, físicas, fisiológicas y de salud (Hernández *et al.,* 2016), excelente sanidad, viabilidad, vigor, bajo

grado de daño mecánico, tamaño y peso adecuados para una alta uniformidad. La calidad fisiológica es imprescindible para alcanzar una capacidad germinativa significativa. Esta capacidad se refiere a la característica que posibilita a la semilla, tras eliminar la dormancia, germinar en condiciones propicias y producir una nueva planta (García, 2022), la prueba de envejecimiento acelerado es una de las pruebas más sensibles, eficaces y empleadas para evaluar el vigor de la semilla en diversas especies. la calidad fisiológica entre lotes de semilla y predice la capacidad de almacenamiento de las semillas, además de evaluar porcentajes de emergencia en campo de las plántulas bajo condiciones ambientales desfavorables (Fontana *et al*., 2016), Cuando las semillas están expuestas a estas condiciones, provocamos que la tasa de crecimiento disminuya, se observa un incremento significativo en el deterioro, lo que señala lotes de semilla con bajo vigor, se observa una reducción significativa de la viabilidad tras ser expuesta a estrés por el proceso de envejecimiento (Tunes *et al*., 2011). Es por ello por lo que el objetivo de la investigación fue evaluar el efecto fisiológico del envejecimiento acelerado a 48 y 72 h en semilla de maíz variedad Roque García tropical.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el experimento se utilizó la variedad de semilla Roque García Tropical y se llevó a cabo en el laboratorio de Fitosanidad del Instituto Tecnológico Nacional de México campus Roque, la cual fue sometida a dos tratamientos de envejecimiento acelerado con lapsos de 48 y 72 h, para esto se colocaron 100 semillas sobre una malla de metal arriba de charolas de plástico con dimensiones de 27 x 21 x 3 cm, a las cuales se le vertió agua a la mitad de su capacidad, estas fueron introducidas en una estufa (FELISA®) con una temperatura de 60 °C donde se conservaron durante 48 y 72 h, al concluir con el lapso de tiempo, las charolas fueron retiradas y las semillas fueron sembradas en 3 surcos, cada uno con 25 semillas, en una cama de arena, con riegos cada tercer día hasta alcanzar la capacidad de campo, después del día de siembra se contabilizo las plantas que emergieron. En el momento donde la emergencia se mantuvo estable durante tres días seguidos, se seleccionaron 5 plantas al azar por surco de ambos tratamientos, las cuales se lavaron, secaron y posteriormente se midió la altura de la planta, la plúmula y la raíz con una regla (MAPED®), para sacar el peso fresco las plantas seleccionadas fueron pesadas en una balanza de precisión (ADAM®), y después se cortaron la raíz, la plúmula, las hojas y la semilla, se pesaron en la balanza de precisión y se guardaron en bolsas de papel y secadas en una estufa (FELISA®) a 72 °C durante 48 y 72 h, al concluir con el lapso de tiempo requerido las plantas fueron extraídas y nuevamente pesadas, incluyendo cada segmento de manera individual. Las plantas restantes fueron dejadas crecer durante 15 días más para repetir el mismo proceso de medición y pesaje. Con los resultados de cada variable en cada tiempo se realizó un análisis de varianza en un diseño de

bloques al azar con 3 bloques y dos tratamientos, cuando este presento diferencias (P>0.05) se realizó una prueba de medias Tukey usando el programa SAS systems (9.4).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron efectos significativos al 95% de significancia (Pr > F) de los tratamientos de envejecimiento acelerado a 48 y 72 h en las variables de altura de planta (0.0451*), peso fresco de la plúmula (0.015*), peso seco de semilla (0.0109*), biomasa de la plúmula (0.0229*), a los 8 días después de siembra, estos valores coinciden con lo reportado por Gonzales *et al*. (2014) quien obtuvo valores significativos en la variable de peso fresco de plúmula, mientras que para Chicaiza & Quevedo (2022)l a variable de altura de planta no presento significancia a los 10 días después de la siembra en semilla de maíz, por otro lado, Cervantes-Ortiz *et al*. (2016), al igual que Durán-Hernández *et al*. (2011) coinciden las variables de biomasa de la plúmula y peso seco de la semilla siendo valores significativos en el envejecimiento a 10 días después de siembra en semillas de maíz. También se observaron valores que no presentaron significancia en las variables de longitud de plúmula (0.0960^{ns}), longitud de raíz (0.5930 ^{ns}), peso fresco de la planta (0.4955 ^{ns}), peso fresco de la raíz (0.6225 ^{ns}), peso fresco de la semilla (0.0521 ^{ns}), peso fresco de las hojas (0.116 ^{ns}), peso seco de la planta (0.1138 ^{ns}), peso seco de raíz (0.0717 ^{ns}), peso seco de hojas (0.1900 ^{ns}), peso seco de plúmula (0.235 ^{ns}), biomasa de la planta (0.2616 ^{ns}), biomasa de la raíz (0.3251 ^{ns}), biomasa de la semilla (0.3408 ^{ns}), biomasa de hojas (0.1134 ^{ns}), para las variables de longitud de raíz y plúmula los valores coinciden con lo reportado por Valle-Moysén *et al*. (2017), quien también obtuvo valores no significativos en al cuarto y séptimo día en Elotes Occidentales, mientras que Gonzales *et al*. (2014) coincidió en las variables de peso fresco de la planta, peso seco de la planta, peso fresco de raíz, peso fresco de semilla, peso fresco de hojas, peso seco de hojas obteniendo resultados no significativos en los tratamientos de 24 y 48 h de envejecimiento acelerado en semilla de maíz, por otro lado se concordó con Durán-Hernández *et al*. (2011), en los resultados de peso seco de raíz, peso seco de plúmula, biomasa de la planta, biomasa de raíz en maíces azules criollos, de acuerdo con Cervantes-Ortiz *et al*. (2016), la biomasa de la semilla y biomasa de las hojas, no presentaron significancia coincidiendo con los resultados obtenidos con las pruebas de envejecimiento acelerado.

Cuadro 1. Efecto del envejecimiento acelerado a 48 y 72 h en la calidad fisiológica de la semilla de maíz a los 8 días después de siembra.

No	Tratamiento	Altura de planta (cm)	Peso fresco plúmula (g)	Peso seco semilla (g)	Biomasa de plúmula (g)
1	Envejecimiento 48 h	13.23 a	0.15 a	0.16 b	0.13 a
2	Envejecimiento 72 h	11.53 b	0.11 b	0.20 a	0.10 b

En el Cuadro 1 presenta los resultados de la longitud y el peso de las plantas que fueron sometidas al envejecimiento acelerado de 48 h y 72 h en el cual se observa que el envejecimiento a 48 h presento los valores más altos en las variables de altura de planta, peso fresco de plúmula, y biomasa de plúmula, a la par con Chacaiza & Quevedo (2022), quienes sus valores más altos fueron los del envejecimiento a 48 h en las variables de altura de planta y peso fresco de plúmula, mientras que a diferencia con Durán-Hernández *et al*. (2011), el peso seco de semilla y la biomasa de la plúmula sus valores más altos son del envejecimiento a 48 h.

Asimismo, para el tratamiento del envejecimiento acelerado, a 15 días posteriores a la primera evaluación, se presentó un nivel de significancia al 99 % en las variables de longitud de raíz (0.0014**), peso fresco de raíz (0.0050**), y biomasa de la raíz (0.0040**), los resultados obtenidos coinciden con Estrada (2023) en las variables de longitud de raíz y peso fresco de raíz son altamente significativas a los 21 días después de siembra en el envejecimiento acelerado de maíz, de igual manera coinciden con Torres (2021) quien presento valores altamente significativos en la biomasa de la raíz a los 75 días después de siembra en cebada. También se observó un nivel de significancia al 95 % en variables como el peso fresco de planta (0.0171*), peso fresco de hojas (0.0448*), peso seco de hojas (0.0359*), biomasa de planta (0.0154*), biomasa de hojas (0.0472*). Estos valores coinciden con lo relacionado por Estrada (2023) en el peso fresco de las plantas, peso fresco de hojas que obtuvo valores significativos a los 21 días después de siembra en el envejecimiento acelerado de maíz. Por otro lado, se obtuvo un valor diferente a lo reportado por Hernández *et al.,* (2020) quien obtuvo un valor altamente significativo en el peso seco de las hojas en plantas de maíz. Mientras que para Torres (2021) la biomasa de la planta obtuvo un valor significativo a los 75 días después de siembra con envejecimiento en cebada, de igual manera para Cervantes-Ortiz *et al.* (2016) quien reporto valores significativos en la biomasa de las hojas a los 15 días después de la siembra en semilla de maíz con envejecimiento acelerado. Aunque también se presentaron valores no significativos en las variables de altura de planta (0.8491^{ns}), longitud de plúmula (0.3495 ^{ns}), peso fresco de semilla (0.2395 ^{ns}), peso fresco de plúmula (0.9551 ^{ns}), peso seco de planta (0.1040 ^{ns}), peso seco de raíz (0.0569 ^{ns}), peso seco de semilla (0.8899 ^{ns}), peso seco de plúmula (0.2987 ^{ns}), biomasa de la semilla (0.1951 ^{ns}), biomasa de plúmula (0.9434 ^{ns}), los resultados son irrelevantes a los reportados por Chicaiza & Quevedo (2022) quienes obtuvieron resultados altamente significativos en las variables de altura de planta y peso seco de planta a los 15 días después de siembra con envejecimiento acelerado, de igual manera no se coincidió con lo reportado con Domínguez-Martínez *et al*. (2024) quien obtuvo valores altamente significativos en la longitud de la plúmula a los 14 días después de siembra en semilla de cebada, por otro lado se coincidió con los reportado por Vitoria & Natera (2007) quien obtuvo valores no significativos en variables de peso fresco de la plúmula, peso seco de la plúmula, mientras que, no coincidió

en la variable del peso seco de la raíz ya que obtuvieron valores significativos en el cultivo de maíz a los 16 días después de siembra en los tratamientos de envejecimiento acelerado, para las variables de biomasa de semilla y biomasa de la plúmula no se coincide con lo reportado por Cervantes-Ortiz *et al.* (2016) quien reporto valores significativos en estas variables a los 15 días después de la siembra en semilla de maíz con envejecimiento acelerado. Por último, no hubo relación con lo reportado por Gonzales *et al*. (2014) que obtuvo valores significativos para el peso fresco y seco de las semillas a los 16 días después de siembra en la semilla de maíz.

Cuadro 2. Efectos del envejecimiento a las 48 h y 72 h en parámetros de crecimiento y peso fresco de la planta de maíz a los 15 días después de siembra

No	Tratamiento	Longitud de raíz (cm)	Peso fresco planta (g)	Peso fresco Raíz (g)	Peso fresco hojas (g)
1	Envejecimiento 48 h	13.46 a	4.46 a	0.80 a	3.34 a
2	Envejecimiento 72 h	10.73 b	3.46 b	0.49 b	2.70 b

En el Cuadro 2 se observan los valores de los tratamientos de envejecimiento acelerado a los 48 h y 72 h a los 15 días después de primera evaluación, en donde se observa que los valores más altos se obtuvieron del envejecimiento a 48 h, longitud de raíz, peso fresco de planta, peso fresco de raíz, peso fresco de hojas, estos resultados coinciden con lo reportado por Estrada (2023) la longitud de raíz y los pesos, el valor más alto lo obtuvo en el envejecimiento a 48 h a los 21 días después de siembra

Cuadro 3. Impacto del Envejecimiento a 48h y 72h en los parámetros de peso seco y biomasa en plantas

No	Tratamiento	Peso seco hojas (g)	Biomasa planta (g)	Biomasa raíz (g)	Biomasa hojas (g)
1	Envejecimiento 48h	0.30 a	4.05 a	0.74 a	3.03 a
2	Envejecimiento 72h	0.24 b	3.11 b	0.45 b	2.45 b

Se observa que los resultados de mayor valor se obtuvieron en el tratamiento de envejecimiento a las 48 h de las variables de peso seco de hojas, peso seco de hojas, biomasa de la planta, biomasa de raíz, biomasa de hojas (Cuadro 3), estos datos obtenidos coinciden con lo reportado por Rivas (2018), quien sus valores más altos se presentan en el envejecimiento a los 48 h esto a los 22 días después de la siembra.

CONCLUSIONES

El envejecimiento acelerado a 48 h potencia el crecimiento inicial y la biomasa de las plántulas de maíz, en contraste con el envejecimiento a 72 horas. Esto señala que un largo período de envejecimiento podría impactar

de manera adversa en la calidad fisiológica de la semilla, disminuyendo su habilidad para desarrollarse precozmente. A mayor tiempo de envejecimiento, desmerece sustancialmente la viabilidad de la semilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Domínguez-Martínez AP; Alejos-de la Fuente JI; Vaquera-Huerta H; Pro-Martínez A; Torres-Hernández G; Iban Mendoza-Pedroza S: Armando Villarreal-González J (2024). Calidad y vigor en semilla de cebada cv. Brennus. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 11.

Cervantes-Ortiz F; Hernández-Esparza J; Rangel-Lucio JA; Andrio-Enríquez E; Mendoza-Elos M; Rodríguez-Pérez, G; Guevara-Acevedo LP (2016). Aptitud combinatoria general y específica en la calidad de semilla de líneas S3 de maíz. Revista fitotecnia mexicana, 39(3): 259-268.

Chavira MEE; Velázquez MRH; García SVG (2024). Potencial de producción para Maíz Blanco (*Zea mays* L.) en México. Semestre Económico, 13(1): 34-44.

Chicaiza-Gómez DA; Quevedo Andino HB (2022). Determinación de la calidad fisiológica de cinco genotipos de semillas de maíz (*Zea mays*) en condiciones de campo y laboratorio.

Durán-Hernández D; Gutiérrez-Hernández GF; Arellano-Vázquez JL; García-Ramírez E; Virgen-Vargas J (2011). Caracterización molecular y germinación de semillas de maíces criollos azules con envejecimiento acelerado. Agronomía mesoamericana, 22(1): 11-20.

Estrada Madrigal Y (2023). Efecto de bioproductos sobre la calidad fisiológica de semillas de dos variedades de maíz (*Zea mays L.*) (Doctoral dissertation, Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez").

Fontana A; Pérez VR; Luna CV (2016). Pruebas de envejecimiento acelerado para determinar vigor de semillas de Prosopis alba de tres procedencias geográficas. Fave. Sección ciencias agrarias, 15(1), 0-0.

García-Bosmediano EE (2022). Evaluación de características fisiológicas de maíz (*Zea mays*) de cinco colectas (Línea UTC) en el Centro Experimental Salache CEASA-2022.

García-López, D. A., & Hernández, R. A. (2023). Estudio de altas densidades de siembra en la producción de maíz (*Zea mays*) híbrido. Revista Tecnología en Marcha, 36(4): 160-168.

García-Rodríguez JJ; Ávila-Perches MA; Gámez-Vázquez FP; Gámez-Vázquez AJ (2018). Calidad física y fisiológica de semilla de maíz influenciada por el patrón de siembra de progenitores. Revista fitotecnia mexicana, 41(1): 31-37.

González-Estrada A; Alferes Varela M (2010). Competitividad y ventajas comparativas de la producción de maíz en México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 1(3), 381-396.

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.

Hernández EM; Hernández AM; Contreras AM; Saldaña TM; Velázquez MAJ; Escudero JS; Cué JLG (2020). Evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de maíz nativo. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 17(3), 569-581.

Hernández EM; Hernández AM; Contreras JAM; Saldaña TM; Velázquez MAJ; Escudero JS; Cué JLG (2020). Evaluación de la calidad física y fisiológica de semilla de maíz nativo. Agricultura, Sociedad y Desarrollo, 17(3): 569-581.

Rivas FEN (2018). Efecto de Campos Magnéticos Estáticos aplicados en semillas envejecidas sobre la ontogenia del cultivo de *Lactuca sativa* L (Doctoral dissertation, Universidad Austral de Chile).

Sánchez OI; Pérez-Urria CIE (2014). Maíz *(Zea mays*). https://docta.ucm.es/rest/api/core/bitstreams/ae41001e-474e-4d61-b12f-90f071ff82b1/content

Torres TMA (2021). Carácter primogenito de stay-green, su estabilidad e importancia en la calidad de cebada imberbe Hordeum vulgare (Lineo, 1753) (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).

Tunes LM; Tavares LC; Araujo Rufino C; Fernandes VJ; Acunha TDS; Souza-Albuquerque BA C; Briao Muniz M F (2011). Accelerated aging of onion seeds (Allium cepa L.) submitted to saturated salt solution. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 5, 244–250. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2011v5i2.1264

Valle-Moysén R; Covarrubias-Prieto J; Ramírez-Pimentel JG; Aguirre-Mancilla CL; Iturriaga de la Fuente G; Raya-Pérez, JC (2017). Osmoacondicionamiento de semilla de maíz pigmentado *(Zea mays L.*) Bofo y Celaya. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(5): 1073-1086.

Virgen-Vargas J; Zepeda-Bautista R; Avila-Perches MA; Espinosa-Calderón A; Arellano-Vázquez JL; Gámez-Vázquez AJ (2016). Producción y calidad de semilla de maíz en Valles Altos de México. Agronomía Mesoamericana, 191-206.

Vitoria H; Natera JRM (2007). Relación de la calidad fisiológica de semillas de maíz con pH y conductividad eléctrica. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias, 39(2): 91-100.