

GERMINACIÓN DE CARIÓPSIDES DE *Tripsacum dactyloides* L., EN RESPUESTA A ENVEJECIMIENTO ACELERADO

GERMINATION OF *Tripsacum dactyloides* L. CARYOPSIS, FOLLOWING ACCELERATED AGING TREATMENTS

Plascencia-Jiménez, R.*; Quero-Carrillo, A.R.

Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Km 36.5 carretera México-Texcoco. CP 56230.

*Autor por correspondencia: raulplascencia83@hotmail.com

Fecha de envío: 06, mayo, 2025

Fecha de publicación: 20, julio, 2025

Resumen:

La prueba de envejecimiento acelerado (PEA), es de vigor y determina el efecto del estrés sobre la calidad de un lote de semilla; en algunas especies y lotes, incrementa la germinación y estima la uniformidad de emergencia de plántulas en campo. Se evaluó la eficiencia de germinación en carióspsides recién cosechados de *Tripsacum dactyloides* L., mediante PEA en condiciones de laboratorio en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. La semilla se evaluó de septiembre a noviembre de 2024. Las variables evaluadas incluyeron: viabilidad (VT), germinación diaria (GD; %), velocidad de germinación (VeG; semillas d⁻¹), germinación diaria acumulada (GDA; %), germinación total (GT; %), tasa de germinación diaria (TGD; semillas d⁻¹), tasa de germinación diaria máxima (TGDM; semillas d⁻¹), periodo de energía (PE; días), tasa de germinación media diaria final (TGDMDF; semillas d⁻¹), energía germinativa (EG; %), valor germinativo (VG), tiempo medio de germinación (TMG) y coeficiente de velocidad de germinación (CVG). Se utilizó un diseño completamente al azar, con siete tratamientos y cuatro repeticiones de 100 semillas, utilizando GLM y Tukey (P<0.05), para comparación de medias. Los datos se transformaron al arco seno y fueron analizados mediante el paquete estadístico SAS. Para VT se obtuvo 79 %. Para las variables GD, VeG, GDA, GT, TGD, TGDM, TGDMDF, EG, EG1 y VG, los mayores promedios se obtuvieron con 36 horas (T4), comparado con los demás tratamientos, con valores de 7.0 %, 0.65 plántulas d⁻¹, 58.6 %, 63 %, 3.5 plántulas d⁻¹, 5.2 plántulas d⁻¹, 2.4 plántulas d⁻¹, 50.6 %, 5.1 plántulas d⁻¹ y 8.4, respectivamente. Por el contrario, los mayores promedios de TMG y CVG fueron para el testigo, comparado con otros tratamientos, con valores de 8.0 y 13.7, respectivamente. El uso de la PEA en Cs a 36 h contribuye a la germinación y revigorización de carióspsides de *Tripsacum dactyloides*.

Palabras clave: eficiencia germinativa, vigor, germinación, deterioro de semilla, tasa de germinación.

ABSTRACT:

The accelerated aging test (PEA) is a seed vigor test that evaluates seed stressing factors on seed deterioration, in some cases (species and seed lots) it increases germination and estimates the uniformity of seedling emergence on field conditions. Germination efficiency was evaluated in freshly harvested seed of *Tripsacum dactyloides* L., PEA effect was evaluated at the Seed Analysis Laboratory of the Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo. Caryopsis (Cs) were extracted and evaluated from September to November, 2004. Response variables included: viability (VT), daily germination (GD; %), germination speed (VeG; seeds d⁻¹), cumulative daily germination (GDA; %), total germination (GT; %), daily germination rate (TGD; seeds d⁻¹), maximum daily germination rate (TGDM; seeds d⁻¹), energy period (PE; days), final average daily germination rate (TGMDF; seeds d⁻¹), germination energy (EG; %), germination value (VG), mean germination time (TMG) and germination velocity coefficient (CVG). A completely randomized design was used, with seven treatments and four replicates of 100 seeds, using GLM and Tukey's test ($P < 0.05$), for means comparison. Data were arcsine transformed and analyzed using the SAS statistical package. For VT, the result was 79 %. For variables GD, VeG, GDA, GDA, GT, TGD, TGDM, TGMDF, EG, EG1 and VG, the highest mean values were observed for T4 in comparison with other treatments, with values of 7.0 %, 0.65 seedlings d⁻¹, 58.6 %, 63 %, 3.5 seedlings d⁻¹, 5.2 seedlings d⁻¹, 2.4 seedlings d⁻¹, 50.6 %, 5.1 seedlings d⁻¹ and 8.4, respectively. In contrast, the highest average for TMG and CVG were for T1, in comparison other treatments, showing values of 8.0 and 13.7, respectively. The use of PEA in Cs at 36 h contributes to caryopsis germination and invigoration in *Tripsacum dactyloides*' Cs.

Keywords: germination efficiency, vigor, germination, seed deterioration, germination rate.

INTRODUCCIÓN

A nivel nacional existe el interés de conservar los recursos nativos de maíz y sus parientes silvestres más cercanos; lo anterior, con la finalidad de evitar pérdida de la diversidad genética por factores del cambio climático (bióticos y abióticos) y aquellos involucrados en la cadena productiva (socioeconómicos, políticos y comerciales), entre otros. El género *Tripsacum*, posee atributos valiosos para producción de forraje, biocombustible y reducción de la erosión del suelo; por tanto, es necesario evaluar y hacer mejoramiento genético (selección) en esta especie, ya que México se considera el centro de diversidad genética (Vidal et al., 2010).

Además, los estudios en este género se deben enfocar en la conservación y exploración de la diversidad genética (composición morfológica y citológica), con la finalidad de seleccionar ecotipos que incrementen la producción de forraje, protección de los ecosistemas de temporal en pastoreo, bajo diferentes condiciones agroecológicas. Hasta el momento, no hay algún método de establecimiento que

garantice un buen establecimiento de plántulas en campo (Villanueva et al., 2015). La calidad de semilla es la base para obtener altos rendimientos. Determinar la calidad y viabilidad de semilla a comercializar es garantizar plántulas emergidas en campo; por tanto, es indispensable describir métodos y pruebas confiables que garanticen la calidad de esta (Milošević et al., 2010); similarmente, determinar el mejor método para evaluar el vigor de semilla de cada especie; así como, definir si el acondicionamiento a presiembra incrementa el éxito en el establecimiento del cultivo (Navarro et al., 2012).

El vigor de semilla es el conjunto de atributos bioquímicos relacionados con el desempeño en uniformidad de la germinación y emergencia de plántulas en diferentes condiciones ambientales. Una de las pruebas para determinar vigor de semilla es la prueba de envejecimiento acelerado (PEA), dicha prueba se basa en el aumento del deterioro de semilla que induce el estrés aplicado a esta como resultado de mayor tasa de respiración y consumo de reservas; lo anterior, al exponerlas a temperatura y humedad relativa elevadas, por períodos de tiempo que varían según la especie. Esta prueba se utiliza internacionalmente y es necesaria su estandarización para la especie de interés; así mismo, define el potencial de almacenamiento (Marcos-Filho, 2015 y Lagunes et al., 2023). El objetivo fue evaluar la eficiencia germinativa de cariósides recién cosechados de *Tripsacum* mediante la prueba de envejecimiento acelerado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo, Texcoco, Estado de México: 19° 27' N y 98° 54' O, a 2220 msnm. Se cosechó, manualmente, semilla de *Tripsacum dactyloides* (L.), especie monoecica en la misma inflorescencia (Li et al., 1997), entre junio y agosto del 2024; lo anterior, siguiendo el procedimiento descrito por Plascencia et al. (2023). Los propágulos conteniendo al cariósido (Cs), denominados cúpulas (Cúp) en esta especie, se cosecharon 1) con presencia, con color beige, indicador de marchitez, de la sección estaminada y, similarmente, con coloración beige de Cúp y 2) ausencia (caída naturalmente) de la sección estaminada de la inflorescencia, con Cúp de color oscuro brillante. Esta coloración de Cúp es considerada como marcador

morfológico. En el Laboratorio de Análisis de Semillas, del Colegio de Postgraduados, se evaluaron los Cs de septiembre a noviembre de 2024. En ocho repeticiones de 100 cúpulas (Cúp) se determinó porcentaje de llenado de Cs; posteriormente, se determinó viabilidad de Cs, en cuatro repeticiones de 100 Cs. Los Cs se colocaron en osmoacondicionamiento en agua destilada por 18 h a temperatura ambiente; posteriormente, se realizaron cortes longitudinales a estos y se desechó la mitad de los Cs seccionados las mitades restantes, se colocaron en vaso de precipitado, depositando la solución de cloruro-2-3, 5-trifenil tetrazolio (1% p/v; Delouche et al. 1971), de tal forma que los Cs se cubrieron por completo con la solución. Los vasos de precipitado conteniendo Cs y solución, se colocaron en estufa a 35 °C, en oscuridad, por 24 h; posteriormente, las secciones de Cs se enjuagaron en agua destilada y se depositaron en cajas Petri para su reposo con agua destilada, para evitar deshidratación y realizar rápidamente la lectura de coloración de semilla y diferenciar con eficiencia: viables y no viables. Las lecturas se realizaron en estructuras del embrión y endospermo con apoyo de microscopio estereoscópico.

En un segundo experimento, se realizó la Prueba de Envejecimiento Acelerado (PEA; Delouche y Baskin, 1973; modificada por Rincón y Molina, 1990) para determinar vigor de Cs y determinar si estos presentan algún tipo de latencia. La prueba consiste en mantener semillas a 41 ± 2 °C y humedad relativa (HR) constante de 100% en cámara de ambiente controlado. Se utilizaron cajas plásticas tipo “sandwichera” de 10x10x7 cm, donde se agregaron 150 ml de agua destilada. En cada caja, se colocó una malla de alambre para evitar el contacto directo entre Cs y agua. En cada caja se depositaron 100 Cs por tratamiento, formando una sola capa (cuatro repeticiones con 25 Cs). Las cajas se sellaron con cinta adhesiva para evitar evaporación del agua y se introdujeron en cámara de ambiente controlado a 41 ± 2 °C y 100% HR. Los tratamientos para Cs tuvieron diferente duración en PEA: 0 h (Testigo; T₁), 12 h (T₂), 24 h (T₃), 36 h (T₄), 48 h (T₅), 60 h (T₆) y 72 horas (T₇). Concluida la PEA, la siembra de Cs se realizó en cajas Petri. Se aplicó riego después de la siembra y, posteriormente, a intervalos de dos días para mantener húmedo el sustrato. Se realizaron nueve conteos cada dos días; lo anterior, después de que apareció la primera plántula; este caso, a 10 días después de la siembra

(DDS) y hasta 26 DDS. Las variables evaluadas incluyeron: germinación diaria (GD; %), número de plántulas germinadas en cada fecha de muestreo; velocidad de germinación (VeG; semillas d⁻¹), la división de la GD entre los DDS en cada fecha de muestreo; germinación diaria acumulada (GDA; %), determinada como la sumatoria del porcentaje de germinación diario, al día de conteo; germinación total (GT; %), suma total de germinación durante el periodo de evaluación de 26 DDS; tasa de germinación diaria (TGD; semillas d⁻¹), la división de la GDA entre los DDS en que se realizó el muestreo; tasa de germinación diaria máxima (TGDM), momento en donde los tratamientos alcanzaron su tasa de germinación diaria máxima; periodo de energía (PE; días), cantidad de días requeridos para alcanzar la TGDM; tasa de germinación media diaria final (TGMDF; semillas d⁻¹), la TGD calculada a 26 DDS; energía germinativa (EG; %), se estima de manera indirecta en la GDA al momento en que la mayoría de los tratamientos alcanzaron su PE (Sánchez et al., 2018), el día 10 después de iniciado el estudio; energía germinativa (EG1; semillas d⁻¹), cociente donde se obtiene la mayor GD entre los DDS donde se presentó el mayor porcentaje de germinación; el cual, en este estudio, se registró a 10 DDS; valor germinativo (VG), se obtuvo con la ecuación $VG = TGMDF \times EG$, propuesta por (Czabator, 1962); tiempo medio de germinación (TMG) y coeficiente de velocidad de germinación (CVG), es la integración de los tiempos de germinación de las semillas en cada uno de los tratamientos y se calculó con las siguientes fórmulas:

$$TMG = \frac{\sum(n_i \cdot d_i)}{\sum N}$$

donde: ni=número de semillas germinadas; di=número de días en germinación; N=número total de semillas en la prueba.

$$CVG = \frac{\sum(n_i \cdot d_i)}{\sum Nt}$$

donde: ni=número de semillas germinadas; di=número de días en germinación; NT=número total de semillas germinadas en la prueba.

Se realizó el análisis de varianza para siete tratamientos con cuatro repeticiones de 100 semillas bajo un diseño experimental completamente al azar, empleando el procedimiento de GLM y Tukey ($P < 0.05$) para comparar medias entre tratamientos. Previamente, los datos en porcentaje se transformaron al arco seno, con el fin de cumplir con los supuestos del análisis (SAS, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvo 55 % de llenado de las cúpulas. Se encontró 79 % de viabilidad en Cs. Todos los porcentajes de germinación reportados, para las variables evaluadas, se ajustaron al porcentaje de viabilidad para Cs. Para GD, los mayores valores se obtuvieron en T4 superando 1.1, 2.7, 1.3, 3.6 5.4 y 5.4 veces ($P<0.1$; Cuadro 1) con relación a T1, T2, T3, T5, T6 y T7, respectivamente. En VeG, se encontraron los mayores promedios en T4, con valores de 1.3, 2.8, 1.3, 3.1, 5.0 y 5.0 veces ($P<0.1$; Cuadro 1) con respecto a T1, T2, T3, T5, T6 y T7, respectivamente. Para GDA, T4 fue superior en 1.3, 2.7, 1.3, 3.1, 5.1 y 4.8 veces ($P<0.1$; Cuadro 1) a T1, T2, T3, T5, T6 y T7, respectivamente. En GT, los mayores valores fueron para T4 con respecto a T1, T2, T3, T5, T6 y T7, con 1.1, 2.5, 1.3, 3.3, 5.0 y 5.0 veces ($P<0.1$; Cuadro 1).

Cuadro 1. Valores de germinación de Cariópsides de *Tripsacum dactyloides* L., posterior a la prueba de envejecimiento acelerado (PEA).

Table 1. Germination values of *Tripsacum dactyloides* L. caryopsis, following accelerated aging test (PEA)

Trat	GD	VeG	GDA	GT	TGD	TGDM	PE
T1 (0h)	6.5 a	0.49 abc	46.4 b	58.2 a	2.5 b	3.5 a	14
T2 (12h)	2.8 bc	0.23 bcd	21.4 c	25.3 b	1.2 c	1.4 b	16
T3 (24h)	5.6 ab	0.51 ab	46.8 b	50.6 a	2.7 b	3.4 a	12
T4 (36h)	7.0 a**	0.65 a**	58.6 a**	63.3 a**	3.5 a**	5.2 a**	10
T5 (48h)	2.1 c	0.21 cd	19.0 cd	19.0 b	1.2 c	1.9 b	10
T6 (60h)	1.4 c	0.13 d	11.5 d	12.7 b	0.7 d	1.0 b	10
T7 (72h)	1.4 c	0.13 d	12.2 d	12.7 b	0.7 d	1.0 b	10

Los tratamientos (Trat) para Cs duración en PEA: 0 h (Testigo; T₁), 12 h (T₂), 24 h (T₃), 36 h (T₄), 48 h (T₅), 60 h (T₆) y 72 horas (T₇). Germinación diaria (GD; %); Velocidad de germinación (VeG; plántulas d⁻¹); Germinación diaria acumulada (GDA; %); Germinación total (GT; %); Tasa de germinación diaria (TGD, plántulas d⁻¹); Tasa de germinación diaria máxima (TGDM; Plántulas d⁻¹); Periodo de energía (PE). ** Literales diferentes dentro de columna indican diferencia significativa ($P<0.01$).

Hung y Taylor (2019), reportaron un promedio de 67 % de germinación total (GT) en carióspside (Cs) de *Tripsacum* durante sus pruebas de germinación, un valor ligeramente superior al obtenido en el presente estudio. Esta diferencia se atribuye a que la viabilidad de las Cs utilizadas por dichos autores era mayor. Para TGD, T4 fue superior en 1.4, 3.0, 1.3, 3.0, 5.0 y 5.0 veces ($P<0.1$; Cuadro 1), a T1, T2, T3, T5, T6 y T7, respectivamente. En TGDM, los mayores promedios fueron para T4 comparado con T1, T2, T3, T5, T6 y T7, con valores de 1.5, 3.7, 1.5, 2.7, 5.2 y 5.2 veces ($P<0.1$; Cuadro 1), respectivamente. Para PE, T2 requiere mayor cantidad de días para que las plántulas germinen (Cuadro 1).

Para TGMDF, los mayores valores fueron para T4 con relación a T1, T2, T3, T5, T6 y T7, con 1.1, 2.4, 1.2, 3.0, 4.8 y 4.8 veces ($P<0.01$; Cuadro 2), respectivamente. Para EG, T4 presentó los mayores promedios con respecto T1, T2, T3, T5, T6 y T7, con 6.7, 4.4, 1.5, 2.7, 5.0 y 5.0 veces ($P<0.01$; Cuadro 2), respectivamente. En EG1, los mayores valores fueron para T4 con 6.4, 4.6, 1.6, 2.7, 5.1 y 5.1 veces ($P<0.01$; Cuadro 2), con relación a T1, T2, T3, T5, T6 y T7, respectivamente. Para VG, T4 presentó los mayores valores con relación a T1, T2, T3, T5, T6 y T7, con 1.5, 7.0, 1.5, 9.3, 21 y 21 veces ($P<0.01$; Cuadro 2), respectivamente. En TMG, los mayores promedios correspondieron a T1 comparado con T2, T3, T4, T5, T6 y T7, con valores de 2.5, 1.4, 1.1, 4.2, 6.7 y 6.2 veces ($P<0.01$; Cuadro 2)

Cuadro 2. Comportamiento germinativo de carióspsides de *Tripsacum dactyloides* L., en prueba de envejecimiento acelerado (PEA).

Table 2. Caryopsis germination of *Tripsacum dactyloides* L., following accelerated aging test (PEA) procedures.

Trat	TGMDF	EG	EG1	VG	TMG	CVG
T1 (0h)	2.2 a	7.6 b	0.8 c	5.6 b	8.0 a**	13.7 a**
T2 (12h)	1.0 b	11.4 b	1.1 c	1.2 c	3.2 b	12.8 a
T3 (24h)	2.0 ab	32.9 ab	3.3 ab	5.5 b	5.8 ab	11.4 ab
T4 (36h)	2.4 a**	50.6 a**	5.1 a**	8.4 a**	7.2 a	11.3 ab
T5 (48h)	0.8 b	19.0 ab	1.9 bc	0.9 c	1.9 c	10.0 b
T6 (60h)	0.5 c	10.2 b	1.0 c	0.4 c	1.2 c	9.4 b
T7 (72h)	0.5 c	10.1 b	1.0 c	0.4 c	1.3 c	10.6 b

Los tratamientos (Trat) para Cs duración en PEA. Tasa de germinación media diaria final (TGMDF; plántulas d⁻¹); Energía germinativa (EG; %); Energía germinativa (EG1; plántulas d⁻¹); Valor germinativo (VG); Tiempo medio de germinación (TMG); Coeficiente de velocidad de germinación (CVG). ** Literales diferentes dentro de columna indican diferencia significativa ($P<0.01$).

Hung y Taylor (2019) reportaron un promedio de 5.7 días para el Tiempo Medio de Germinación (TMG) en cariósides de *Tripsacum*, un valor inferior al observado en el presente estudio. Para CVG, T1 superó a T2, T3, T4, T5, T6 y T7, con promedios de 1.1, 1.2, 1.2, 1.4, 1.5 y 1.3 veces ($P < 0.01$; Cuadro 2), respectivamente. Para GA, los mayores promedios se observaron en T4 (63 %; $P < 0.01$; Fig. 1a); sin embargo, los incrementos de germinación variaron entre tratamientos, desde 51 % (T1, rango 7 a 58 %), 14 % (T2, rango 11 a 25 %), 18 % (T3, rango 33 a 51 %), 12 % (T4, rango 51 a 63 %), 0 % (T5, promedio de 19 %), 3 % (T6, rango 10 a 13 %) y 3 % (T7, rango de 10 a 13 %). Para TGD, los mayores valores se obtuvieron en T4 a 10 DDS (rango de 5.1 a 2.4 plántulas d⁻¹; $P < 0.01$; Fig. 1b). Para VG, los mayores promedios se alcanzaron 10 DDS en T2, T3, T4, T5, T6 y T7; por el contrario, en T1 los mayores valores se observaron a 14 DDS (Fig. 1c; $P < 0.01$).

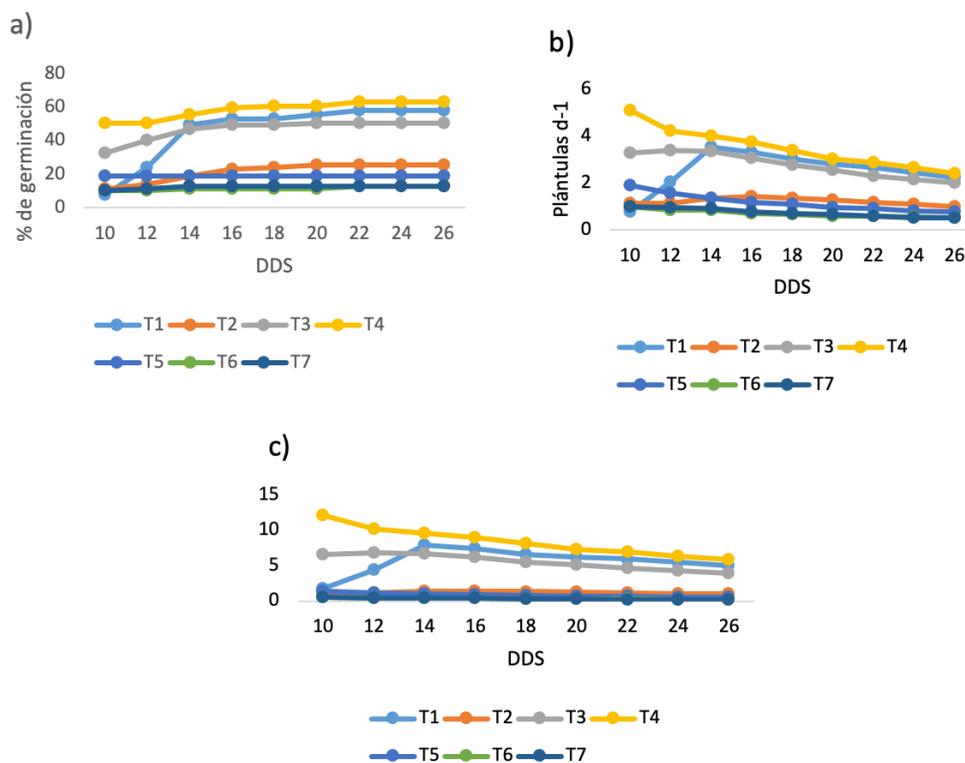


Figura 1. a) Germinación acumulada (GA). b) Tasa de germinación diaria (TGD) y c) valor germinativo (VG) en prueba de envejecimiento acelerado (PEA). Días después de la siembra (DDS). Tratamientos para Cs duración en PEA: 0h (Testigo; T₁), 12h (T₂), 24h (T₃), 36h (T₄), 48h (T₅), 60h (T₆) y 72 horas (T₇).

Figure 1. a) Cumulative germination (GA), b) daily germination rate (TGD) and c) germination value (VG) for the accelerated aging test (PEA). Days after sowing (DDS). Treatments for caryopsis duration within PEA treatment: 0h (Control; T₁), 12h (T₂), 24h (T₃), 36h (T₄), 48h (T₅), 60h (T₆) and 72 hours (T₇).

CONCLUSIÓN

La aplicación envejecimiento acelerado por 36 h (T4) fue superior en GD, VeG, GDA, GT, TGD, TGDM, TGMDF, EG, EG1, GA y VG, comparado con los demás tratamientos; para TMG y CVG T1 alcanzó los mayores valores. T4 revigorizó los Cs, indicando que la prueba es adecuada para evaluar el vigor de la semilla en cariósides de *Tripsacum dactyloides*.

LITERATURA CITADA

- Czabator, F. J. (1962). Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*, 8, 386–396.
- Delouche, J. C., & Baskin, C. C. (1973). Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. *Seed Science and Technology*, 1, 427–452.
- Delouche, J. C., Wayne, T., Raspet, M., & Lienhard, M. (1971). *Prueba de viabilidad de semillas con tetrazol*. CRAT, AID.
- Huang, W., & Taylor, A. G. (2019). Water uptake, respiration and germination of eastern gamagrass (*Tripsacum dactyloides*) seeds as influenced by mechanical seed treatments: Unlocking mechanisms of seed dormancy. *Seed Science and Technology*, 47(2), 171–185. <https://doi.org/10.15258/sst.2019.47.2.06>
- Lagunes, E. L. C., Ricardez, D. C., & Cruz, G. J. (2023). Respuesta de semillas de *Capsicum annuum* var. *glabriusculum* a la prueba de envejecimiento acelerado para determinar su tolerancia al almacenamiento. *Temas de Ciencia y Tecnología*, 27(81), 47–53.
- Li, D., Blakey, C. A., Dewald, C., & Dellaporta, S. L. (1997). Evidence for a common sex determination mechanism for pistil abortion in maize and its wild relative *Tripsacum*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 94, 4217–4222.
- Marcos-Filho, J. (2015). Seed vigor testing: An overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola*, 72(4), 363–374. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0007>
- Milošević, Č. M., Vujaković, M., & Karagi, C. C. (2010). Vigour tests as indicators of seed viability. *Genetika*, 42(1), 103–118. <https://doi.org/10.2298/GENSR1001103M>
- Navarro, M., Febles, G., & Torres, V. (2012). Bases conceptuales para la estimación del vigor de las semillas a través de indicadores del crecimiento y el desarrollo inicial. *Pastos y Forrajes*, 35(3), 233–246.
- Plascencia-Jiménez, R., Quero-Carrillo, A. R., Miranda-Jiménez, L., Hernández-Livera, A., López-Castañeda, C., & Escalante-Estrada, J. A. S. (2023). Estadio medio de crecimiento para la cosecha de semilla de *Tripsacum*

dactyloides L. Memoria del XII Congreso Internacional de Manejo de Pastizales, 27–30 de septiembre de 2023, Durango, México.

- Rincón, F., & Molina, J. (1990). Efecto del método de envejecimiento artificial sobre la germinación de semillas de maíz. *Agronomía Mesoamericana*, 1, 51–53.
- Sánchez, G. A., Ponce, A. R., Vargas, J. M., Rosales, R. F., Platas, D. E., & Becerril, C. M. (2018). Energía germinativa en guaje (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham) con diferentes métodos de escarificación de la semilla. *Agrociencia*, 52, 863–874.
- SAS Institute Inc. (2010). *SAS/STAT® 9.4 User's Guide: Statistics*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Vidal-Martínez, V. A., Herrera-Cedano, F., Coutiño-Estrada, B., Sánchez-González, J. J., Ron-Parra, J., Ortega-Corona, A., & Guerrero-Herrera, M. J. (2010). Identificación y localización de una nueva especie de *Tripsacum* spp. en Nayarit, México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 33(Núm. Especial 4), 27–30.
- Villanueva-Avalos, J. F., & Quero-Carrillo, A. R. (2015). *Tripsacum* spp.: Un recurso forrajero nativo relegado en México (Libro Técnico Núm. 4). INIFAP–CIRPAC. https://www.researchgate.net/publication/287646205_tripsacum_spp._un_recurso_forrajero_nativo_relegado_en_mexico

