

Caracterización morfológica y su respuesta a la germinación de semillas de *Rumex mexicanus* Meisn.

Morphological characterization and response to germination of *Rumex mexicanus* Meisn. seeds

José Antonio López-Sandoval^{1*}, Pablo Torres-Gutierrez¹, Gaspar Estrada-Campuzano¹, Aurelio Nieto-Trujillo²,
Santa Lucía Quintero-Bastida³

¹ Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México. CP. 50200

jalopezsa@uaemex.mx, ORCID: 0000-0001-5708-7344; ORCID: 0009-0009-3616-1766; ORCID: 0000-0002-1189-0470

² Facultad de Ciencias, Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca, Estado de México, México. CP. 50200

ORCID: 0000-0001-9921-732X

³ Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, CP. 56264, Montecillo, Texcoco, Edo. Méx., México.

ORCID: 0009-0009-3497-0754

*Autor de correspondencia

Resumen

Palabras clave:

Escarificación;
viabilidad;
propagación.

Rumex mexicanus Meisn. es una especie silvestre de uso alimenticio y medicinal; sin embargo, la latencia de sus semillas limita su integración a sistemas de cultivo. El objetivo fue caracterizar las semillas de *Rumex mexicanus* Meisn. y evaluar el efecto de tratamientos pregerminativos sobre la viabilidad y germinación, para identificar estrategias en la producción de plántulas. El experimento se realizó en invernadero bajo un diseño de bloques completamente al azar. Las semillas mostraron forma ovoide y alto porcentaje de viabilidad, de acuerdo con la prueba de cloruro de tetrazolio. Los tratamientos más efectivos fueron: T1) remojo en agua a temperatura ambiente por 24 h y T3) escarificación mecánica (corte opuesto a la cicatriz caruncular), que indujeron una germinación superior al 90%, iniciada entre los seis y ocho días posteriores a la siembra. Estos resultados sugieren métodos para la propagación de *Rumex mexicanus* Meisn. y su integración en sistemas de cultivo.

Abstract

Keywords:

Scarification;
viability; propagation.

Rumex mexicanus Meisn. is a wild species used for food and medicinal purposes; however, the dormancy of its seeds limits its integration into cropping systems. The objective was to characterize the seeds of *Rumex mexicanus* Meisn. and evaluate the effect of pre-germination treatments on viability and germination, in order to identify strategies for seedling production. The experiment was conducted in a greenhouse under a completely randomized block design. The seeds were ovoid in shape and showed a high percentage of viability according to the tetrazolium chloride test. The most effective treatments were: T1) soaking in water at room temperature for 24 h and T3) mechanical scarification (cutting opposite the caruncular scar), which induced germination of over 90%, beginning between six and eight days after sowing. These results provide effective methods for the propagation of *Rumex mexicanus* Meisn. and its integration into cultivation systems.

Recibido: 13 de junio de 2025

Aceptado: 02 de agosto de 2025

Publicado: 25 de febrero de 2026

Cómo citar: López-Sandoval, J. A.; Torres-Gutierrez, P.; Estrada-Campuzano, G.; Nieto-Trujillo, A.; & Quintero-Bastida, S. L. (2026). Caracterización morfológica y su respuesta a la germinación de semillas de *Rumex mexicanus* Meisn. *Acta Universitaria*, 36, e4686. doi. <https://doi.org/10.15174/au.2026.4686>

Introducción

En México existen entre 5000 y 7000 especies de plantas silvestres con potencial de uso, medicinal, forrajero, alimenticio, artesanal y cultural (Hernández-Puente *et al.*, 2025; Martínez *et al.*, 2021). Su aprovechamiento integra el conocimiento tradicional con las necesidades cotidianas de las comunidades. La presencia de estas especies es común en huertos de traspatio y áreas agrícolas (Lira *et al.*, 2009).

La propagación sexual es el mecanismo más común que tienen las plantas silvestres en la naturaleza para su reproducción; sin embargo, muchas especies presentan latencia en sus semillas, que es un estado fisiológico que impide la germinación aun en condiciones favorables (Baskin & Baskin, 2014; Footitt *et al.*, 2011). Esta estrategia adaptativa asegura la supervivencia de las plantas silvestres, pero representan una limitación para su cultivo, ya que impide una germinación rápida y homogénea (Soriano & Martínez-Villegas, 2019).

Por su parte, la escarificación, la estratificación o el uso de reguladores de crecimiento son tratamientos pregerminativos utilizados con el fin de mejorar la germinación. Se trata de prácticas fundamentales aplicadas para adaptar especies al cultivo y promover su aprovechamiento (Finch-Savage & Footitt, 2012).

En cuanto a la especie *Rumex mexicanus* Meisn., conocida como lengua de vaca cimarrona, se puede decir que pertenece a la familia Polygonaceae y que es una planta herbácea perenne, glabra, de color verde claro o amarillento, con tallos flexuosos, estriados. Tiene pecíolo largo; hojas alternas, lanceoladas; inflorescencia paniculada, densa; flores pequeñas con un perianto de seis tépalos, anchamente triangular-ovalados -con el borde entero-, los tres internos más largos que los externos, con seis estambres y tres estilos muy ramificados. El fruto es un aquenio trígono de 2 mm a 3 mm de largo, con tres costillas, color café oscuro o negro brillante, con una sola semilla, encerrado en los tres tépalos internos, venosos y con una callosidad en el centro. Es una especie nativa de la República Mexicana y ampliamente distribuida en varios estados; crece en terrenos de cultivo, suelos húmedos, orillas de canales y caminos. Se distribuye en una altitud de 2250 m. s. n. m. a 2800 m. s. n. m. Se reporta como arvense en cultivos de arroz, avena, frutales, maíz y tomate de cáscara (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [Conabio], 2012).

La especie tiene usos en la gastronomía tradicional mexicana: la planta tierna se consume en ensaladas, en sopas o mezclada con huevo, tomate y cebolla. Su sabor es ácido debido al contenido de oxalatos. Las semillas de esta especie representan otro recurso alimenticio valioso. Tras ser molidas y trituradas, se mezclan con harina de trigo para la elaboración de pan, o bien, se consumen tostadas como *snack*. Se cultiva ocasionalmente en algunos estados de México (Balcázar-Quiñones *et al.*, 2020). También, *Rumex mexicanus* Meisn. tiene usos medicinales (para la bilis, dolor de estómago, dolor de garganta, diarrea e incluso para afecciones del hígado y del bazo, además de que ayuda a las mujeres en el parto). Las raíces sirven como colorante para teñir de color café (Bye *et al.*, 2024).

Aunque estudios han documentado el valor nutricional y antioxidante en especies del mismo género, poco se conoce sobre la viabilidad y germinación de sus semillas (Feduraev *et al.*, 2019; Kilic *et al.*, 2013; Saoudi *et al.*, 2021).

La caracterización de las semillas es útil para el manejo agronómico de especies con potencial agroalimentario. Para garantizar mayores tasas de germinación en programas de propagación sexual, es importante comprender el papel funcional de rasgos morfológicos y fisiológicos, como es el tamaño de la semilla. Estudios han demostrado que en algunas especies existe una relación positiva entre el tamaño de las semillas y su capacidad de germinación, mientras que en otras especies la germinación es independiente de este factor (Basave-Villalobos *et al.*, 2024).

En especies silvestres con potencial alimenticio, el conocimiento del vigor seminal y del contenido de reservas (endospermo) es fundamental para el crecimiento de las plántulas en las etapas postgerminativas. Valdez-Eleuterio *et al.* (2015) en *Malva parviflora* L. y *Amaranthus hybridus* L. reportaron que las plántulas provenientes de semillas grandes agotaron sus reservas más lentamente que aquellas de semillas pequeñas. Estas diferencias en vigor germinativo, evaluado mediante pruebas de germinación, permiten predecir el valor de siembra para obtener mejores rendimientos de los cultivos. Además, el uso de semillas de distintos tamaños puede compensar variaciones ambientales y diferencias en las tasas de crecimiento de las plántulas (Zaman *et al.*, 2010).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar morfológicamente las semillas de *Rumex mexicanus* Meisn. y evaluar el efecto de distintos tratamientos pregerminativos sobre la viabilidad y germinación, con el fin de identificar estrategias que mejoren la producción de plántulas.

Materiales y métodos

La identificación taxonómica de *Rumex mexicanus* Meisn. se hizo mediante la clave dicotómica especializada para la familia Polygonaceae y el género *Rumex* de la Flora Fanerogámica del Valle de México (Calderón & Rzedowski, 2005). Se colectaron cuatro ejemplares botánicos, los cuales se depositaron como respaldo en el Herbario Eizi Matuda (CODAGEM).

Los frutos y semillas se recolectaron de una muestra de 10 individuos de una población silvestre, previamente identificados taxonómicamente, que se encontraban como ruderales entre campos de cultivo en la localidad de El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México, durante otoño e invierno de 2024, cuando se encontraron en madurez fisiológica.

Se colectaron frutos maduros (aquenios), los cuales se abrieron para extraer la semilla. Debido a que la especie en estudio es silvestre y presenta baja densidad poblacional y producción limitada de semilla en su hábitat natural, se tomó una muestra de 50 semillas, ajustándose a lo propuesto por Valdez-Eleuterio *et al.* (2015) para especies con escasez de material vegetal. Esta modificación de tamaño de muestra (inferior a las 100 semillas recomendadas para plantas cultivadas por International Seed Testing Association [ISTA], 2024) garantiza el manejo sostenible de los recursos genéticos. En las semillas se midió la longitud, ancho y grosor en milímetros, con un vernier digital. El peso por semilla se determinó con una balanza analítica con precisión de 0.0001 g. Además, se calculó el índice de redondez (IR), definido como la relación entre la longitud y el ancho de las semillas. Un IR = 1 indica forma esférica, un IR > 1 indica forma ovoide y un IR < 1 corresponde a forma alargada (Aguirre-Dugua *et al.*, 2012).

Después de las mediciones, para evaluar la viabilidad, se colocaron las 50 semillas en agua durante 6 h, luego se cortaron transversalmente y se sumergieron en solución de cloruro de tetrazolio al 0.5% por 12 h en oscuridad. Se consideraron viables las semillas con embrión teñido de rojo. El porcentaje de viabilidad se determinó según la fórmula: $viabilidad (\%) = (semillas\ teñidas / semillas\ totales) * 100$ (Maldonado *et al.*, 2016).

El estudio de germinación se estableció en un invernadero tipo túnel, de estructura metálica con cubierta de plástico, ubicado en la Facultad de Ciencias Agrícolas, en El Cerrillo Piedras Blancas, Toluca, Estado de México (19° 17' 29" N, 99° 39' 38" O; a una altitud de 2640 m. s. n. m.). Durante el experimento, la temperatura media interna del invernadero fue de 22.5 °C, con un máximo de 33 °C y un mínimo de 12 °C, mientras que la humedad relativa promedio fue de 60%.

El experimento se estableció en un diseño experimental de bloques completamente al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por una muestra de 25 semillas. Las semillas se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 0.25%, durante 5 min y se enjuagaron con agua corriente. Posteriormente, se aplicaron los tratamientos como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos del estudio.

Tratamiento	Procedimiento
T1	Remojo en agua a temperatura ambiente (25 °C $\pm$ 2 °C) por 24 h
T2	Remojo en agua a 60 °C por 10 min
T3	Escarificación mecánica (corte opuesto a la cicatriz caruncular)
T4	Inmersión en ácido clorhídrico 0.10 M por 4 min
T5	Testigo (sin tratamiento)

Fuente: Elaboración propia.

Después de la aplicación de los tratamientos, la siembra se realizó en charolas de poliestireno con dimensiones de 66.6 cm de largo por 34.2 cm de ancho y 6.7 cm de alto. Las charolas contienen 200 cavidades con un volumen de 23.6 ml cada una, donde se vertió un sustrato compuesto por 70% peat moss y 30% agrolita. Posterior a la siembra, se evaluó la germinación acumulada mediante el conteo diario del número de semillas germinadas, sumando cada registro al acumulado de los días anteriores. A los 21 días después de la siembra (dds), se evaluó el porcentaje de germinación de acuerdo con el protocolo del ISTA (2024), con la modificación propuesta por Bradbeer (1988) para especies silvestres. Se consideró que una semilla había germinado cuando el epicótilo emergió del sustrato (criptocotilar hipógea) y alcanzó una longitud superior a 5 mm (Hartmann & Kester, 2001; Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013).

Las variables morfológicas de las semillas se analizaron mediante correlación de Pearson. A los datos obtenidos de los tratamientos pregerminativos se les aplicó un análisis de varianza (Andeva) y la prueba de comparación de medias Tukey ($p \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS versión 9.4 (SAS Institute Inc., 2013).

Resultados

Las semillas presentaron las siguientes características: 2.73 mm de longitud (promedio), 1.52 mm de ancho y 1.22 mm de grosor. El grosor fue la característica con mayor variabilidad entre las semillas, mientras que el peso promedio fue de 0.00129 g (Tabla 2). Morfológicamente, los frutos son aquenios con presencia de valvas, como se muestra en la Figura 1a. El corte transversal de la semilla (Figura 1d) permitió observar la ubicación del embrión (Em) y el endospermo (En), cubiertos por la testa (Te).

Tabla 2. Estadísticas descriptivas de las variables morfológicas de las semillas de *Rumex mexicanus*.

Variable	Mínimo	Máximo	Promedio	Coefficiente de Variación
Largo (mm)	2.27	3.19	2.73	7.68
Ancho (mm)	1.24	1.83	1.52	7.53
Grosor (mm)	1.05	1.37	1.22	9.39
Peso (g)	0.00118	0.00141	0.00129	6.95

Fuente: Elaboración propia.

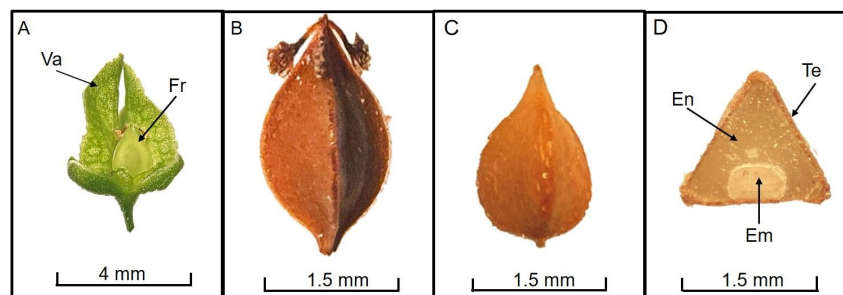


Figura 1. Morfología del fruto y la semilla de *Rumex mexicanus* Meisn. (A) Fruto (aquenio) con presencia de valvas (Va) (tépalos interior transformado) y fruto (Fr); (B) Vista lateral del aquenio trígono; (C) Semilla trígona; (D) Corte transversal de la semilla trígona, mostrando la ubicación del embrión (Em), el endospermo (En) y la testa (Te).

Fuente: Elaboración propia.

El índice de redondez promedio de 1.83 indica que las semillas tienen una forma ovoide, más alargada que redonda. Se detectaron dos correlaciones significativas (Tabla 3), el grosor se relaciona positivamente con el peso de la semilla ($r = 0.26$, $p < 0.05$), lo que indica que semillas más gruesas tienden a pesar más. Además, el largo tiene una correlación positiva con el índice de redondez ($r = 0.67$, $p < 0.01$), confirmando que las semillas tienen una forma alargada.

Tabla 3. Correlación de Pearson para las variables morfológicas de las semillas de *Rumex mexicanus*.

	Largo	Ancho	Grosor	Peso	Índice de redondez
Largo	1.0	-0.08 ^{ns}	-0.08 ^{ns}	-0.02 ^{ns}	0.67**
Ancho		1.0	-0.09 ^{ns}	-0.21 ^{ns}	-0.78 ^{ns}
Grosor			1.0	0.26*	0.01 ^{ns}
Peso				1.0	0.13 ^{ns}
Índice de redondez					1.0

Nota. *Significativo ($p < 0.05$); ** significativo ($p < 0.01$); no significativo (ns).

Fuente: Elaboración propia.

El 100% de las semillas fueron viables, ya que todas presentaron una tinción de color rojo (Figura 2).



Figura 2. Prueba de viabilidad de semillas de *Rumex mexicanus* Meisn. con cloruro de tetrazolio.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3 se observa la dinámica de la germinación acumulada entre tratamientos. El tratamiento de escarificación mecánica promovió una germinación más temprana a partir de los seis días después de la siembra (dds) y alcanzó el mayor porcentaje acumulado (90%) entre los 15 dds y 16 dds. En contraste, los valores más bajos de germinación acumulada se registraron con el remojo en agua a 60 °C por 10 min y en el testigo con porcentajes menores al 70%, y se registró un retraso en el inicio de la germinación (8 dds).

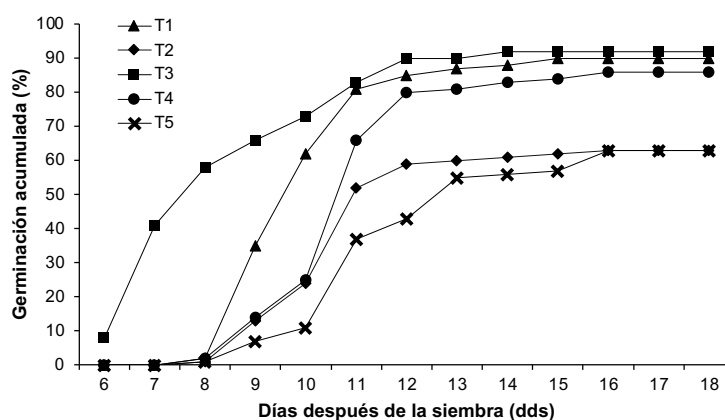


Figura 3. Germinación acumulada de semillas de *Rumex mexicanus* Meisn. bajo diferentes tratamientos: T1 = Remojo en agua a temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) por 24 h, T2 = Remojo en agua a $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 10 min, T3 = Escarificación mecánica (corte opuesto a la cicatriz caruncular), T4 = Inmersión en ácido clorhídrico 0.10 M por 4 min, T5 = Testigo sin tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4 se observa el efecto de cinco tratamientos sobre el porcentaje de germinación total de semillas de *Rumex mexicanus* Meisn. El tratamiento de escarificación mecánica y el remojo en agua a temperatura ambiente ($25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) por 24 h presentaron el mayor porcentaje de germinación, superior al 90%, superando significativamente al resto de los tratamientos.

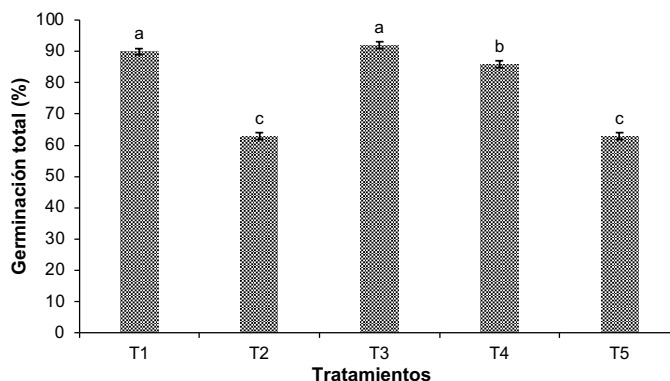


Figura 4. Porcentaje total de germinación de semillas de *Rumex mexicanus* Meisn. bajo diferentes tratamientos: T1 = Remojo en agua a temperatura ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$) por 24 h, T2 = Remojo en agua a 60°C por 10 min, T3 = Escarificación mecánica (corte opuesto a la cicatriz caruncular), T4 = Inmersión en ácido clorhídrico 0.10 M por 4 min, T5 = Testigo sin tratamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Los tratamientos de remojo en agua a 60°C por 10 min y el testigo mostraron porcentajes más bajos, alrededor del 60%. Estos resultados sugieren que la escarificación mecánica mediante corte es el método más eficaz para romper la latencia de las semillas y promover una germinación uniforme. Posiblemente, al eliminar barreras físicas en la cubierta seminal se facilita la entrada de agua al embrión.

Discusión

El grosor y peso de las semillas son factores importantes que pueden influir en su germinación. Semillas más grandes y gruesas suelen asociarse con un mayor contenido de reservas nutritivas (almidones, proteínas o lípidos), esenciales para la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas (Baskin & Baskin, 2014; Daws *et al.*, 2008). En esta investigación, el peso de las semillas mostró el menor coeficiente de variación (6.95 %), mientras que el grosor mostró la mayor variabilidad (9.39 %) (Tabla 2). Las variaciones en grosor y peso podrían estar relacionadas con la cantidad de reservas acumuladas en la semilla. Estas diferencias morfológicas son importantes durante el proceso de germinación, emergencia y crecimiento de plántulas. Houssard & Escarré (1991), al estudiar *Rumex acetosella* L., observaron una correlación positiva entre el tamaño de la semilla y el crecimiento inicial de las plántulas.

La forma ovoide y trígona de las semillas, descrita previamente para el género *Rumex* (Castillejos & Solano, 2008), fue confirmada en este estudio y coincide con la morfología típica de Polygonaceae. No obstante, comparaciones con la morfología de la semilla de especies de otros géneros y familias (ej. *Psidium guajava* L.) deben interpretarse con cautela debido a diferencias filogenéticas (Guevara *et al.*, 2020).

El análisis de correlación de Pearson (Tabla 3) mostró una relación significativa entre el grosor y el peso de las semillas, lo cual difiere de lo reportado por Basave-Villalobos *et al.* (2024) para *Peltogyne mexicana*, donde se encontró correlación entre peso y longitud.

La viabilidad del 98% indica alta calidad fisiológica, superior a la reportada para otras especies silvestres (Jiménez-Vázquez *et al.*, 2021). Respecto a la germinación, esta comenzó entre los días 6 y 8 y alcanzó su máximo entre los días 15 y 16. Viveros *et al.* (2015) destacan que la germinación suele estabilizarse después de alcanzar un porcentaje máximo, lo que coincide con el patrón observado en este trabajo. En semillas de *Rumex crispus* L. con estratificación térmica, la germinación fue más rápida, (en promedio a los 2.5 días) y alcanzó el máximo entre los 3 y 4 días de acuerdo con Viveros *et al.* (2015).

En este estudio, la escarificación mecánica y el remojo en agua a temperatura ambiente por 24 h fueron los tratamientos más eficaces para superar la latencia física de las semillas de *Rumex mexicanus* Meisn. Esta latencia está asociada a la impermeabilidad de la cubierta seminal, compuesta por capas de células en empalizada que impiden la entrada del agua en la semilla. La escarificación del aquenio promovió la imbibición, lo que confirma que la latencia física en esta especie está relacionada a la parte fibrosa del exocarpo del aquenio. La ruptura de la latencia física implica la formación de una abertura a través de la cual ocurre el ingreso de agua hacia el embrión para iniciar el proceso de germinación (Baskin & Baskin, 2014; Rodríguez *et al.*, 2019). Por su parte, el remojo en agua a temperatura ambiente por 24 h favoreció el ablandamiento de la testa (capa exterior de la semilla) y facilitó la absorción de agua y nutrientes por parte de la semilla, lo que permitió el proceso natural de la germinación (Tzay Tun, 2022).

A pesar de que las semillas mostraron alta viabilidad, su germinación sin tratamiento previo fue limitada. Este comportamiento puede estar asociado con la estructura del aquenio, ya que algunas especies de Polygonaceae presentan macroesclereidas no lignificadas, mesocarpo con capas de parénquima (4-8) y endocarpo uniestrato, lo que resalta la importancia de romper la latencia para asegurar su establecimiento (Díaz & Molinelli, 2017). El bajo porcentaje de germinación observado al remojar semillas en agua a 60 °C por 10 min pudo estar asociada a un daño al embrión por la elevada temperatura y el tiempo de exposición. Además, factores ambientales como la temperatura y la humedad influyen significativamente en el proceso de germinación, incluso una vez rota la latencia (Apodaca-Martínez *et al.*, 2019; Hartmann *et al.*, 2011).

Conclusiones

Las semillas de *Rumex mexicanus* Meisn. presentaron alta viabilidad fisiológica y una morfología ovoide. El remojo en agua a temperatura ambiente por 24 h y la escarificación mecánica (corte opuesto a la cicatriz caruncular) indujeron una germinación superior al 90%, iniciada entre los seis y ocho días posteriores a la siembra. Estos resultados sugieren métodos eficaces para la propagación de *Rumex mexicanus* Meisn. y su integración en sistemas de cultivo.

Agradecimientos

Se agradece a la Facultad de Ciencias Agrícolas y a la Secretaría de Ciencia de la UAEMéx por facilitar el uso de las instalaciones y la aprobación del proyecto para el desarrollo de la investigación.

Conflicto de interés

Los declaran ningún conflicto de interés.

Referencias

- Aguirre-Dugua, X., Eguiarte, L. E., González-Rodríguez, A., & Casas, A. (2012). Round and large: Morphological and genetic consequences of artificial selection on the gourd tree *Crescentia cujete* by the Maya of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Annals of Botany*, 109(7), 1297–1306.
- Apodaca-Martínez, M., Cetina, V. M., Jasso-Mata, J., López-López, M. A., González-Rosas, H., Uscanga-Mortera, E., & García-Esteva, A. (2019). Ruptura de la latencia física y germinación de semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* (Malvaceae). *Botanical Sciences*, 97(2), 211–217. <https://doi.org/10.17129/botsci.2094>
- Balcázar-Quiñones, A., White-Olascoaga, L., Chávez-Mejía, C., & Zepeda-Gómez, C. (2020). Los quelites: riqueza de especies y conocimiento tradicional en la comunidad otomí de San Pedro Arriba, Temoaya, Estado de México. *Polibotánica*, (49), 219–242. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.49.14>

- Basave-Villalobos, E., Antúnez, P., Sigala, J. Á., Fierros-Mateo, R., Navarro-Martínez, J., & Calixto, C. G. (2024). Rasgos morfológicos de semillas y germinación de *Peltogyne mexicana* (Fabaceae), única especie de *Peltogyne* en México. *Acta Botánica Mexicana*, (131), 1-13. <https://doi.org/10.21829/abm131.2024.2208>
- Baskin, C. C., & Baskin, J. M. (2014). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination* (2nd ed.). Academic Press.
- Bradbeer, J. W. (1988). *Seed dormancy and germination*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4684-7747-4>
- Bye, R. A., Linares, E., & Luna, M. (2024). Quelites de la cuenca de México y regiones adyacentes: su diversidad, distribución geográfica, procedencia, formas de consumo y preparaciones. *Revista Etnobiología*, 22(3), 150-174. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/622>
- Calderón, G., & Rzedowski, J. (2005). *Flora fanerogámica del Valle de México*. Instituto de Ecología, A.C. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).
- Castillejos, C., & Solano, E. (2008). *Flora del Bajío y de Regiones Adyacentes*. <http://inecolbajio.inecol.mx/floradelbajio/>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio). (2012). *Malezas de México*. <http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/2inicio/home-malezas-mexico.htm>
- Daws, M. I., Crabtree, L. M., Dalling, J. W., Mullins, C. E., & Burslem, D. F. R. P. (2008). Germination responses to water potential in neotropical pioneers suggest large-seeded species take more risks. *Annals of Botany*, 102(6), 945-951. <https://doi.org/10.1093/aob/mcn186>
- Díaz, M. S., & Molinelli, M. L. (2017). Caracterización del fruto y la semilla de *Ruprechtia apetala* (Polygonaceae) en relación con la entrada de agua y la germinación. *Bonplandia*, 27(1), 5-22. <http://dx.doi.org/10.30972/bon.2712983>
- Feduraev, P., Chupakhina, G., Maslennikov, P., Tacenko, N., & Skrypnik, L. (2019). Variation in phenolic compounds content and antioxidant activity of different plant organs from *Rumex crispus* L. and *Rumex obtusifolius* L. at different growth stages. *Antioxidants*, 8(7), 237. <https://doi.org/10.3390/antiox8070237>
- Finch-Savage, W. E., & Footitt, S. (2012). To germinate or not to germinate: a question of dormancy relief not germination stimulation. *Seed Science Research*, 22(4), 243-248. <https://doi.org/10.1017/S0960258512000165>
- Footitt, S., Douterelo-Soler, I., Clay, H., & Finch-Savage, W. E. (2011). Dormancy cycling in *Arabidopsis* seeds is controlled by seasonally distinct hormone-signaling pathways. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(50), 20236-20241. <https://doi.org/10.1073/pnas.1116325108>
- Guevara, J. E., Cardozo, C. I., & Santos, L. G. (2020). Caracterización morfo-anatómica y protocolo para estimar la viabilidad de semillas de *Psidium guajava*. *Acta Agronómica*, 69(2), 155-161. <https://doi.org/10.15446/acag.v69n2.65257>
- Hartmann, H. T., & Kester, D. E. (2001). *Propagación de plantas: principios y prácticas*. Editorial Continental.
- Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. L. (2011). *Hartmann & Kester's plant propagation: principles and practices* (8a ed.). Pearson Prentice Hall.
- Hernández-Puente, K. N., Hernández-Sandoval, L., González-Santos, R., Casas, A., Martínez, M., & Steinmann, V. W. (2025). Diversity, management, and uses of edible plants in a Nãñho community of Southern Querétaro, Mexico. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 21(18). <https://doi.org/10.1186/s13002-025-00756-6>
- Houssard, C., & Escarré, J. (1991). The effects of seed weight on growth and competitive ability of *Rumex acetosella* from two successional old-fields. *Oecologia*, 86, 236-242. <https://doi.org/10.1007/BF00317536>
- International Seed Testing Association (ISTA). (2024). *International rules for seed testing*. <https://www.seedtest.org/en/publications/international-rules-seed-testing.html>
- Jiménez-Vázquez, A. M., Flores-Palacios, A., Flores-Morales, A., Perea-Arango, I., Gutiérrez, M. C., Arellano-García, J. J., & Valencia-Díaz, S. (2021). Seed longevity, viability and germination of four weed-ruderal Asteraceae species of ethnobotanical value. *Botanical Sciences*, 99(2), 279-290. <https://doi.org/10.17129/botsci.2743>
- Kilic, I., Yesiloglu, Y., Bayrak, Y., Gülen, S., & Bakkal, T. (2013). Antioxidant activity of *Rumex conglomeratus* P. collected from Turkey. *Asian Journal of Chemistry*, 25(17), 9683-9687. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2013.15130>

- Lira, R., Casas, A., Rosas-López, R., Paredes-Flores, M., Pérez-Negrón, E., Rangel-Landa, S., Solís, L., Torres, I., & Dávila, P. (2009). Traditional knowledge and useful plant richness in the Tehuacán-Cuicatlán Valley, México. *Economic Botany*, 63, 271–287. <https://doi.org/10.1007/s12231-009-9075-6>
- Maldonado, M. Á., García, G., García, J. R., Corona, T. T., Cetina, V. M., & Ramírez, C. (2016). Calidad morfológica de frutos y endocarpios del nanche rojo (*Malpighia mexicana*, Malpighiaceae). *Acta Botánica Mexicana*, (117), 37–46. <https://doi.org/10.21829/abm117.2016.1166>
- Martínez, S., Aguilar-Galván, F., & Sandoval, L. (2021). Plantas silvestres comestibles de La Barreta, Querétaro, México y su papel en la cultura alimentaria local. *Etnobiología*, 19(1), 41–62. <https://www.revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/387/395>
- Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M. S., Cornwell, W. K., Craine, J. M., Gurvich, D. E., Urcelay, C., Veneklaas, E. J., Reich, P. B., Poorter, L., Wright, I. J., Ray, P., Enrico, L., Pausas, A. C. de Vos, Buchmann, N., ... (2013). Nuevo manual para la medición estandarizada de caracteres funcionales de plantas. *Australian Journal of Botany*, 61(3), 167–234. <http://dx.doi.org/10.1071/BT12225>
- Rodríguez, H. A., García, J. F., Guzmán, R., & Feregrino, A. A. (2019). Efecto del método de escarificación sobre el porcentaje de germinación en semillas (*Erythrina americana* Miller). *Perspectivas de la Ciencia y la Tecnología*, 2(3), 12–21. <https://revistas.uaq.mx/index.php/perspectivas/article/view/188>
- Saoudi, M. M., Bouajila, J., Rahmani, R., & Alouani, K. (2021). Phytochemical composition, antioxidant, antiacetylcholinesterase, and cytotoxic activities of *Rumex crispus* L. *International Journal of Analytical Chemistry*, 1, 6675436. <https://doi.org/10.1155/2021/6675436>
- SAS Institute Inc. (2013). *SAS/STAT® 9.4 User's Guide*. SAS Institute Inc.
- Soriano, D., & Martínez-Villegas, J. A. (2019). Latencia. En P. Guevara (ed.), *Un viaje alrededor de la semilla*, (pp. 103–122). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tzay Tun, A. (2022). *Evaluación de dos tratamientos pregerminativos y tres sustratos para la germinación de semillas de Chicajol (Stevia polycephala Bertol)* [Tesis de licenciatura]. Universidad del Valle de Guatemala.
- Valdez-Eleuterio, G., Uscanga-Mortera, E., Kohashi-Shibata, J., García-Nava, R., Martínez-Moreno, D., Torres-García, J., & García-Esteva, A. (2015). Tamaño de semilla, granulometría del sustrato y profundidad de siembra en el vigor de semilla y plántula de dos malezas. *Agrociencia*, 49(8), 899–915. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-31952015000800007&script=sci_abstract&tlng=pt
- Viveros, H., Hernández, J. D., Velasco, M. V., Robles, R., Ruiz, C., Aparicio, A., Martínez, M. J., Hernández, J., & Hernández, M. L. (2015). Análisis de semilla, tratamientos pregerminativos de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y su crecimiento inicial. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 6(30), 52–65. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322015000400005&script=sci_abstract&tlng=pt
- Zaman, K. A., Shah, P., Mohd, F., Khan, H., Perveen, A. S., Nigar, S., Khalil, S. K., & Zubair, M. (2010). Vigor tests used to rank seed lot quality and predict field emergence in wheat. *Pakistan Journal of Botany*, 42(5), 3147–3155. [https://mail.pakbs.org/pjbot/PDFs/42\(5\)/PJB42\(5\)3147.pdf](https://mail.pakbs.org/pjbot/PDFs/42(5)/PJB42(5)3147.pdf)