Capacidad de germinación y sobrevivencia de especies del Matorral Espinoso Tamaulipeco

Aldo Tovar-Cárdenas, Enrique Jurado-Ybarra, Eduardo Alanís-Rodríguez, Mayra Espinoza-López, Homero Gárate-Escamilla*

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, Carretera Nacional km 147, 67700, Linares, Nuevo León, México.

Artículo recibido el 27 de julio de 2022 y aceptado el 6 de septiembre de 2022

Germination and survival capacity of species of the Tamaulipan Thornscrub.

Abstract

Reforestation is a technique involved in the restoration of ecosystems. One of the ecosystems that suffer degradation is the Tamaulipan thornscrub (MET), therefore, the objective of this work is to germinate different native species of the MET, to know which have better survival. The selected MET species were: *Erythrostemon mexicana*, *Havardia pallens*, *Prosopis laevigata*, *Senegalia berlandieri*, *Acacia rigidula* and *Acacia farnesiana*. The process began by depositing the previously scarified seeds in 288-cavity trays. Forty seeds per species were handled and their germination and survival were measured. A one-factor (species) analysis of variance (ANOVA) of the means of germination percentage and average seedling survival was used to indicate statistical differences ($p < 0.05$). The results show that all species germinated and survived at least a few days. The species that obtained the highest germination percentage were *Acacia farnesiana* with 72 % and *Acacia rigidula* with 60 %, while *Erythrostemon mexicana*, *Prosopis laevigata*, *Senegalia berlandieri* and *Havardia pallens* obtained germination percentages below 50 %. The species with the longest survival time was *Senegalia berlandieri* with 38 days of life on average, followed by *Havardia pallens* and *Acacia farnesiana* which survived 36 and 34 days on average, respectively. The species with the shortest survival time were *Prosopis laevigata*, *Erythrostemon mexicana* and *Acacia rigidula*. Significant statistical differences were found in the variables of germination and survival. It is concluded that some MET species showed higher germination percentages than other species using the mechanical scarification method with sandpaper; however, some seedlings with high germination percentages registered low survival values.

Key words: germination, Tamaulipan thornscrub, reforestation.

Resumen

La reforestación es una técnica ligada a la restauración de ecosistemas. Uno de los ecosistemas que sufren degradación es el Matorral Espinoso Tamaulipeco (MET), por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo el germinar diferentes especies nativas del MET, para conocer cuales tienen mejor sobrevivencia. Las especies del MET seleccionadas fueron: *Erythrostemon mexicana, Havardia pallens, Prosopis laevigata, Senegalia berlandieri, Acacia rigidula* y *Acacia farnesiana.* El proceso inició colocando las semillas previamente escarificadas en charolas de 288 cavidades. Se manipularon cuarenta semillas por especie y se les midió a cada una su germinación y sobrevivencia. Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA), de un factor (especie), de las medias del porcentaje de germinación y promedio de sobrevivencia de las plántulas, para señalar diferencias estadísticas ($p < 0.05$). Los resultados demuestran que todas las especies germinaron y

*Autor de correspondencia
Email: homero.garate@gmail.com
ISSN 2594-0384 (Electrónica)
DOI: https://doi.org.1033154/rlrn.2022.02.01

sobrevivieron al menos unos días. Las especies que obtuvieron el mayor porcentaje de germinación fueron *Acacia farnesiana* con 72 % y *Acacia rigidula* con 60%, mientras que *Erythrostemon mexicana*, *Prosopis laevigata*, *Senegalia berlandieri* y *Havardia pallens* obtuvieron porcentajes de germinación inferiores al 50%. La especie con el mayor tiempo de sobrevivencia fue *Senegalia berlandieri* con 38 días de vida promedio, seguido por *Havardia pallens* y *Acacia farnesiana* que sobrevivieron 36 y 34 días promedio respectivamente. Las especies que obtuvieron el menor tiempo de sobrevivencia fueron *Prosopis laevigata*, *Erythrostemon mexicana* y *Acacia rigidula.* Se encontraron diferencias estadísticas significativas en las variables de germinación y sobrevivencia. Se concluye que, algunas especies del MET mostraron porcentajes de germinación mayores que otras especies utilizando el método de escarificación mecánica con lija, sin embargo, algunas plántulas que poseen porcentajes altos de germinación registraron valores de sobrevivencia bajos.

Palabras claves: germinación, matorral espinoso tamaulipeco, reforestación..

Introducción

Se conoce como germinación a los eventos ocurridos dentro de la semilla, a partir que el embrión empieza a desarrollarse, hasta que surge la plántula y puede sobrevivir por sí sola, sin embargo, para que pueda desencadenarse la germinación, tienen que estar presentes una serie de factores en el ambiente y el interior de la semilla (De la Cuadra, 1993; Baskin y Baskin, 2001). La latencia es la inhabilidad o aspecto adaptativo que tiene la semilla para germinar bajo ciertas circunstancias específicas, de esta manera se interpone para evitar diversas condiciones desfavorables, asimismo, actúa como un mecanismo de supervivencia y dispersión en plantas silvestres (Hernández *et al*., 2009; Toro de Marroquín, 2018). Un tratamiento pre-germinativo, constituye un conjunto de técnicas utilizadas para facilitar el rompimiento de la latencia de las semillas que son generalmente empleados para estimular la germinación (Donoso, 1993; Arnold, 1996; Hartmann y Kester, 2001). El procedimiento de escarificación mecánica consiste en raspar la semilla con una lija (el tamaño de la lija dependerá del grosor de la cubierta de la semilla), para debilitar la capa externa, con el fin de permitir la entrada del agua o imbibición (Atencio *et al*., 2003; Suárez y Melgarejo, 2010; Varela y Arana, 2011).

El matorral espinoso tamaulipeco (MET), tiene una larga historia de uso silvoagropecuario, y es importante en la economía del noreste de México desde fines del siglo XVI, por tanto, los fragmentos remanentes rara vez son de vegetación primaria, pues tienen un impacto histórico de sobrepastoreo, incendios forestales, extracción selectiva de algunos componentes leñosos y forrajeros o, simplemente, por la eliminación a mata rasa del matorral (Alanís, 2006). En las últimas décadas, la vegetación arbórea y arbustiva del MET ha sido expuesta a diferentes actividades silvoagropecuarias, las cuales han causado una pérdida de la cobertura vegetal original (Palacio *et al*., 2000) y producidos cambios en su estructura y funcionamiento (Alanís *et al*., 2008; Jiménez *et al*., 2009; Foroughbakhch *et al*., 2009). Potencialmente se han realizado diversos estudios científicos con relación a las especies arbóreas y arbustivas del MET, en la cual destacan trabajos ligados al establecimiento y germinación, biomasa, interacciones, potencial hídrico y la disponibilidad de agua en el suelo, intercepción de la precipitación, aspectos nutricionales y tolerancia a factores abióticos (Jurado *et al*., 2001; García y Jurado, 2003).

Las leguminosas son abundantes en el MET, estas son una familia mega diversa que se distribuye en todo el territorio nacional ostentando variadas formas biológicas. En varios estados del norte de México algunos taxa son abundantes sobre grandes extensiones, como *Acacia rigidula*, *A. constricta*, *A. berlandieri* y *Prosopis glandulosa*, asociados a diversas comunidades de matorral xerófilo (Estrada y Martínez, 2000). Las leguminosas están constituidas por tres familias: Caesalpiniaceae, Mimosaceae y Fabaceae (Cronquist, 1988; Barneby, 1989). Su uso amplía las opciones para llevar a cabo obras de restauración ambiental, ya que se puede ampliar la variedad de técnicas a utilizar como la revegetación, hidrosiembra o la combinación de mantas elaboradas con fibras orgánicas (Castellano-Hinojosa *et al*., 2016). La regeneración resultante de las especies leñosas es básica para la naturaleza de

los ecosistemas dañados por actividades agroforestales, así como de diversas historias de uso entre ellas la ganadería, agricultura y tala (Jiménez *et al*., 2013).

La restauración es importante para recuperar los ecosistemas degradados, principalmente en los servicios ecosistémicos que son aprovechados por la sociedad (Baron *et al*., 2002). Algunos autores como Woods *et al*. (2007), Martínez y Rodríguez (2003), mencionan que los sistemas degradados se caracterizan por la alteración en su estructura y composición, y por la reducción de biodiversidad, productividad y habitabilidad. La utilización de gramíneas y leguminosas, en técnicas de restauración ambiental, se ha convertido en una práctica habitual, ya que se desarrollan en suelos de escasa fertilidad por lo que se utilizan como plantas pioneras en su recuperación, así como, en procesos de revegetación y fitorrecuperación de suelos deteriorados. Asimismo, se emplean de manera tradicional en rotación de cultivos con cereales para mantener la fertilidad del suelo y por la capacidad de aportar de forma natural nitrógeno al suelo, en el caso de restauración de taludes (García *et al*., 1995; Hernández y Pastor, 2008).

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar el potencial de germinación y sobrevivencia de seis especies del matorral espinoso tamaulipeco, con la finalidad de identificar cual especie posee un porcentaje mayor de germinación y un promedio de sobrevivencia alto.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Matorral espinoso tamaulipeco (MET)

El MET se ha definido como una variante del matorral xerófilo, el cual es caracterizado por la presencia de arbustos inermes y espinosos, principalmente de los géneros *Acacia (s.l.), Cercidium, Leucophyllum, Guaiacum, Opuntia, Prosopis, Castela, Cordia* y *Celtis* (Rzedowski y Huerta, 1978). El MET se distribuye desde el sur de Texas en los Estados Unidos y el noreste de México, en parte de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (Domínguez *et al*., 2013).

Las gramíneas también juegan un papel importante ya que son empleadas en actividades de restauración ecológica, así como sus diversos usos medicinales, ornamentales, de construcción y con fines ceremoniales (Rocha *et al*., 1998; Valdés *et al*., 2010). Por otro lado, algunas gramíneas han sido listadas como especies invasoras (Comité Asesor Nacional Sobre Especies Invasoras, 2010), al ser introducidas como forrajeras o para el control de la erosión, finalmente por su fácil adaptación se dispersan en los ecosistemas reemplazando a la cubierta vegetal nativo con el consecuente deterioro ambiental y pérdida de la biodiversidad.

Esta investigación se realizó en Linares, Nuevo León (Noreste de México), en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León. El tipo de clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano y con un rango de temperatura de 16 - 24° C (INEGI, 2009). Los experimentos se ejecutaron dentro de un invernadero en las coordenadas 24°47´43" N, 99°32´29.51" O a una altitud de 379 m (Figura 1).

Especies seleccionadas

Las especies pertenecientes a la familia leguminosae, son especies forestales ampliamente utilizadas para la recuperación de suelos y áreas degradadas, presentan un sistema radicular superficial y son capaces de establecer simbiosis con microorganismos fijadores de N_2 atmosférico (De Faria *et al*., 1989).

Las especies fijadoras de nitrógeno pueden producir un significativo aumento en la fertilidad del suelo, gran parte de las especies leguminosas arbóreas presentan elevada producción de biomasa con un aporte de hojas al suelo alto (Ferrari y Wall, 2004).

Las especies fueron seleccionadas con base en las características descritas anteriormente (Cuadro 1).

Las semillas fueron colectadas en los alrededores del campus de la Facultad de Ciencias Forestales, sin tomar en cuenta ningún tipo de favoritismo. No se hicieron pruebas de viabilidad puesto que, para la selección de las semillas se consideraron dos criterios: por la calidad con relación al tamaño, eligiendo las semillas más grandes y que no presentara daños en la cubierta de la semilla, posteriormente las semillas se escarificaron manualmente con una lija gruesa de grano 50 y una mediana de grano 100.

Para la colocación y germinación de las semillas fue necesario el uso de charolas de germinación de 288 cavidades, cada cavidad mide 2 cm por 2 cm de ancho y 3 cm de profundidad. Las charolas se rellenaron con suelo negro (vertisol).

Por especie se manipularon 40 semillas, colocando una semilla por cavidad de la charola, utilizando en

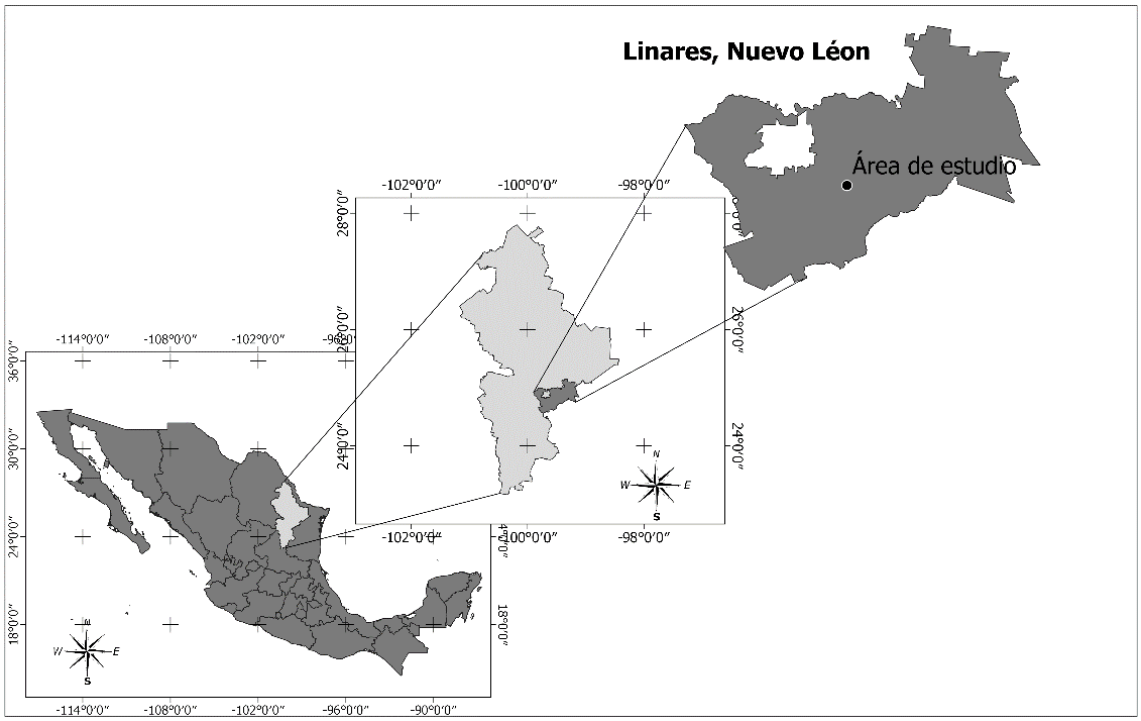


Figura 1. Localización del área de estudio

Cuadro 1. Nombre científico, nombre común y claves de las especies de material xerófilo estudiadas.

Especie	Nombre común	Clave
Erythrostemon mexicana	Árbol del potro	ERME
Havardia pallens	Tenaza	HAPA
Prosopis laevigata	Mezquite	PRLA
Senegalia berlandieri	Guajillo	SEBE
Acacia farnesiana	Huizache	VAFA
Acacia rigidula	Chaparro prieto	VARI

total cuarenta cavidades por especie. El acomodo consistió en situar las 40 semillas en cuatro filas de diez cavidades, esto con el objetivo de tener un mejor control sobre las semillas de la especie a medir. Este procedimiento se realizó para cada especie. Una vez que las semillas estaban puestas, se aplicó riego diario durante 70 días.

Análisis estadístico. Para identificar si los datos cumplían con los supuestos, se realizó una prueba de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA), de un factor (especie), de las medias del porcentaje de germinación y promedio de sobrevivencia de las plántulas, para señalar diferencias estadísticas. Posteriormente se ejecutó la prueba de Tukey para comparar las medias de los tratamientos. La diferencia estadística estuvo basada en $p<0.05$ señalando que los números son estadísticamente significativos. Los datos fueron analizados en el programa IBM SPSS Statistic ver 25©□.

Resultados

El porcentaje de germinación y el promedio de sobrevivencia variaron significativamente con valores menores a $p < 0.05$. Dos especies tuvieron los mayores porcentajes de germinación, en cambio, las cuatro especies restantes tuvieron resultados inferiores pero similares. Algunas plántulas sobrevivieron más tiempo que otras, las especies que sobrevivieron menos días fueron las mismas con semejanzas en sus medias.

Germinación

El porcentaje de germinación fue superior al 70% para la especie *Acacia farnesiana* obteniendo 72 %, mientras que la especie *Acacia rigidula* obtuvo 60% de geminación (Tabla 1). Sin embargo, las especies *Erythrostemon mexicana*, *Prosopis laevigata*, *Senegalia berlandieri* y *Havardia pallens* obtuvieron porcentajes de germinación inferiores al 50%. Mediante el análisis de varianza (ANOVA) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las seis especies para esta variable (F= 4.57, gl = 5, P = 0.0005).

Las letras representan que existen semejanzas entre las medias. Por lo tanto, las especies que pertenezcan al mismo grupo de letras expresan igualdad o similitud entre medias (prueba de Tukey $p < 0.05$). Las especies *Havardia pallens*, *Senegalia berlandieri* y *Prosopis laevigata* mostraron similitudes dentro del grupo "a". En el grupo "b" indican semejanzas *Senegalia berlandieri*, *Prosopis laevigata*, *Erythrostemon mexicana* y *Acacia rigidula*. *Acacia rigidula* y *Acacia farnesiana* señalan semejanzas en el grupo "c".

Sobrevivencia

La especie con el mayor tiempo de sobrevivencia fue *Senegalia berlandieri* con 38 días de vida promedio. Seguido, las especies *Havardia pallens* y *Acacia farnesiana* sobrevivieron 36 y 34 días promedio respectivamente. Las especies que obtuvieron el menor tiempo de sobrevivencia fueron *Prosopis laevigata*, *Erythrostemon mexicana* y *Acacia rigidula* (Tabla 1). Mediante el análisis de varianza (ANOVA) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las seis especies para esta variable (F= 7.82, gl= 5, P= 0.000002). Se utilizó el análisis de comparación de medias (Tukey) para identificar las diferencias entre las especies. Las especies *Acacia rigidula*, *Erythrostemon mexicana* y *Prosopis laevigata* señalaron similitudes en el grupo "a". *Erythrostemon mexicana*, *Prosopis laevigata*, *Acacia farnesiana*, y *Havardia pallens* presentan semejanzas dentro del grupo "b". En el grupo "c" se encuentran las especies *Acacia farnesiana*, *Havardia pallens* y *Senegalia berlandieri* (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de germinación y media de sobrevivencia (±) de las especies utilizadas en el estudio. Letras similares indican semejanzas entre medias.

Especies	Germinación (%) ± *Cv*	Media de sobrevivencia (días) ± *Cv*
Havardia pallens	25 ± 1.754 a	36 ± 0.133 bc
Senegalia berlandieri	42 ± 1.177 ab	38 ± 0.076 c
Prosopis laevigata	42 ± 1.177 ab	32 ± 0.062 ab
Erythrostemon mexicana	47 ± 1.064 b	31 ± 0.221 ab
Acacia rigidula	60 ± 0.826 bc	29 ± 0.273 a
Acacia farnesiana	72 ± 0.623 c	34 ± 0.135 bc

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio muestran la viabilidad de las especies leguminosas con relación a las variables medidas (porcentaje de germinación y sobrevivencia), para producirlas bajo condiciones de invernadero o vivero donde, distintos factores pudieron inferir en los resultados a la par de llevado a cabo el experimento.

En contraste con nuestros resultados, estudios realizados por Suárez y Melgarejo (2010), declaran que el proceso de germinación se consuma con éxito únicamente si el embrión, por medio de mecanismos morfogenéticos y metabólicos, logra convertirse en una plántula y sobrevive en su ambiente, y que tal proceso se ve influenciado por factores tanto internos (viabilidad de la semilla y dormancia), como externos (grosor de la testa, disponibilidad de agua, temperatura y luz). Por otro lado, en el estudio que realizó Prendes *et al*. (2011), reveló que, el tratamiento pre-germinativo de escarificación mecánica con lija facilita el proceso de germinación en especies de leguminosas y, por lo tanto, se pueden obtener porcentajes altos de germinación utilizando esta técnica. A pesar de ello, la germinación de una semilla depende de gran cantidad de factores que no solo están controlados por las consecuencias ante el uso herramientas o tratamientos pre-germinativos que agilicen el proceso. De igual manera, algunas especies de leguminosas presentan un grado de dormancia alto, que es moderado por la cubierta seminal de la semilla, a pesar de todo es considerada como una

característica de adaptación hablándose de la sobrevivencia, esto en caso de que la semilla se encuentre bajo condiciones que limiten su desarrollo (Castillo y Guenni, 2001).

Acacia farnesiana germinó 72%, sin embargo, en el estudio elaborado por Sánchez *et al*. (2020), obtuvieron un porcentaje de germinación al 100% para *Acacia farnesiana* utilizando la escarificación mecánica con lija. Adicionalmente, lavaron las semillas con agua con cloro al 5% durante 4 minutos. Seguramente como resultado de la desinfección de las semillas de Huizache se obtuvieron porcentajes mayores de germinación que en el presente estudio. *Acacia rigidula* germinó 60%. Berlanga y Quiroz (2007), exponen que, es posible obtener de 35 a 40% de germinación en esta especie sin ningún tipo de tratamiento. Por lo tanto, el Chaparro prieto germina más utilizando la técnica de escarificación mecánica con lija.

Erythrostemon mexicana germinó 47%. Lo que difiere con los resultados registrados por Pérez *et al*. (2007), quienes obtuvieron un 98% de germinación. Cabe destacar que en su estudio no utilizaron ningún método pre-germinativo con el afán de no dañar el embrión de las semillas. Ya que sus resultados son, por mucho, mayores a los obtenidos en este estudio. La especie *Prosopis laevigata* obtuvo 42% de germinación, por otra parte, Juárez *et al*. (2001), lograron 82% utilizando la técnica de escarificación hídrica que, consistió en sumergir las semillas en agua a durante 8 minutos a 80° C. Los porcentajes tuvieron variaciones significativas entre los dos tratamientos pre-germinativos empleados en las semillas del Mezquite, resultando más efectiva la escarificación hídrica a 80° C para esta especie.

Senegalia berlandieri obtuvo un 42% de germinación. Según López *et al*. (2009), el Guajillo, es una especie de difícil establecimiento por el tiempo que tarda en arraigarse y en campo la siembra se complica por la baja tasa de germinación que posee (10 – 12%). Marroquín (2018), señala que, es posible conseguir porcentajes altos de germinación en *Havardia pallens* (94%), utilizando el método de escarificación mecánica con lija. Caso contrario ocurre en el presente estudio, donde *Havardia pallens* obtuvo 25%, indicando que fue la especie con el menor porcentaje de germinación.

Existe la posibilidad de que el método pre-germinativo que cosiste en raspar las semillas con una lija no fue el más apropiado para las especies que presentaron porcentajes de germinación más bajos. Puesto que, algunas de las especies tuvieron resultados más prometedores.

Los resultados de esta investigación apoyan la hipótesis planteada: La germinación y sobrevivencia de las plántulas será diferente en al menos una especie del matorral espinoso tamaulipeco. Puesto que para las variables de germinación y sobrevivencia si hubo diferencias estadísticas significativas, exponiendo que algunas especies germinan y sobreviven más que otras.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que, en algunas especies el método de escarificación de semillas con lija puede favorecer la germinación. No obstante, también existen otros factores como la dormancia (física y fisiológica), que pueden entorpecer el proceso de germinación.

Algunas de las especies mostraron altos porcentajes de germinación, pero, en la variable de sobrevivencia, las plántulas tuvieron valores inferiores que otras especies.

Referencias

Alanís, E. (2006). Diversidad de especies arbóreas y arbustivas en áreas con distinto historial antropogénico en el matorral espinoso tamaulipeco. Tesis de maestría. FCF-UANL. http://eprints.uanl.mx/id/eprint/21141

Alanís, E., J. Jiménez, O. Aguirre, E. Treviño, E. Jurado y M. González (2008). Efecto del uso del suelo en la fitodiversidad del matorral espinoso tamaulipeco. Ciencia UANL 11(1):56-62.

Arnold, F. E. (1996). Manual de vivero forestal: Elaborado para algunas especies forestales nativas de la zona templada del Sur de Chile. Documento Técnico CONAF-DED. 123 pp.

Atencio, L., R. Colmenares, M. Ramírez V. y D. Marcano. (2003) Tratamientos pregerminativos en acacia San Francisco (Peltophorum pteracarpum) Faba-ceae. Rev. Fac. Agron. 20: 63-71.

Barneby, R. C. (1989). Fabales In: Intermountain flora. Fabales. Vol. 3 parte B. New York Botanical Garden. Bronx, Nueva York. 279 pp.

Baron J. S., N. L. Poff, P. L. Angermeier, C. N. Dahm, P. H. Gleick, N. G. Hairston, R. B. Jackson, C. A. Johnston, B. G. Richter y A. D. Steinman (2002). Meeting ecological and societal needs for freshwater. Ecological Applications 12: 1247–1260. DOI: https://doi.org/10.1890/1051-0761(2002)012[1247:MEASNF]2.0.CO;2

Baskin, C.C. y J. M. Baskin. (2001). Seeds: ecology, biogeography and evolution of dormancy and germination. San Diego, California.

Berlanga, C.A. y D.C. Quiroz. (2007). Fenología y caracterización de la semilla de las especies más utilizadas para leña en Coahuila. INIFAP, Desplegable Técnico Núm. 8.

Castellano-Hinojosa., A., V. Contreras M. y E. J. Bedmar.

(2016). Utilización de plantas leguminosas en restauración medioambiental de taludes y suelos degradados. *Mol: boletín de la Sociedad de Ciencias de Galicia*, (16), 48-59.

Castillo, R. y O. Guenni. (2001). Latencia en semillas de Stylosanthes hamata (Leguminosae) y su relación con la morfología de la cubierta seminal. Revista de biología tropical, 49(1), 287-299.

Comité Asesor Nacional Sobre Especies Invasoras. (2010). Estrategia Nacional sobre especies invasoras en México, prevención control y erradicación. CONABIO, CONANP, SEMARNAT. México, 110 pp

Cronquist, A. (1988). The evolution and classification of flowering plants. New York Botanical Garden. Bronx, Nueva York. pp. 371-373.

De Faria, S. M., G. P. Lewis, J. I. Sprent y J. M. Sutherland. (1989). Occurrence of nodulation in the Leguminosae. New Phytologist,111 (4), 607-619. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1989.tb02354.x

De la Cuadra, C. (1993). Germinación, latencia y dormición de las semillas. *Madrid: Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario. España*. Hojas divulgadoras, (3). p. 4-10.

Días, L. E., A. A. Franco, E. Campello, S. M. Faria y E. M. Silva. (1995). Leguminosas forestales: aspectos relacionados con su nutrición y uso en la recuperación de suelos degradados. Bosque, 16(1), 121-127.

Domínguez G., T. G., H. González R, R. G. Ramírez L, A. E. Estrada C., C. Cantú S., M. V. Gómez M. y G. Alanís F. (2013). Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. Revista Mexicana de Ciencias Forestales, 4(17), 106-122.
DOI: https://doi.org/10.29298/rmcf.v4i17.425

Donoso, C. (1993). Bosques Templados de Chile y Argentina. Variación, Estructura y Dinámica. Editorial Universitaria, Santiago de Chile. 483 pp.

Estrada, A. E. y A. Martínez. (2000). Legumes from the central part of the state of Chihuahua, México. Sida, *Contributions to Botany* 19(2): 351-360. http://www.jstor.org/stable/41968944

Ferrari, A. E. y L. G. Wall. (2004). Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata, 105(2), 63-87.

Flores, J. y E. Jurado. (1998). Germination and early growth traits of 14 plant species native to northern Mexico. The Southwestern Naturalist, 40-46. http://www.jstor.org/stable/30055330

Foroughbakhch, R., J. L. Hernández-Piñero, M. A. Alvarado-Vázquez, E. Céspedes-Cabriales, A. Rocha-Estrada y M. L. Cárdenas-Ávila. (2009). Leaf biomass determination on woody shrub species in semiarid zones. *Agroforestry Systems*, *77*(3), 181-192. https://doi.org/10.1007/s10457-008-9194-6

García P., J. F., Ó. Aguirre C., E. Estrada C., J. Flores R., J. Jiménez P. y E. Jurado Y. (2007). Germinación y establecimiento de plantas nativas del matorral tamaulipeco y una especie introducida en un gradiente de elevación. Madera y bosques, 13(1), 99-117. DOI: https://doi.org/10.21829/myb.2007.1311238

García, J. F. y E. Jurado. (2003). Influence of plant cover on germination in matorral in north-eastern Mexico. Forest Ecology and Management 177(1-3): 11- 16. DOI: https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00329-8

García F., P., T.M. Recatalá, A. Cerdà y A. Calvo. (1995). Seed population dynamics on badland slopes in southeastern Spain. J. Veg. Sci. 6:691-696. DOI: https://doi.org/10.2307/3236439

Hartmann, H. y D. Kester. (2001). Propagación de plantas. Principios y prácticas. (Tr.) A. Ambrosio. Octava Impresión. Editorial Continental México. 760 p.

Hernández, A.J. y J. Pastor. (2008). La restauración en sistemas con suelos degradados: estudio de casos en agroecosistemas mediterráneos y taludes de carretera. En: Contaminación de Suelos. Tecnologías para su Recuperación. CIEMAT, Madrid. España

Hernández, M. I., M. Lobo, C. I. Medina, J. R. Cartagena y O. A. Delgado. (2009). Comportamiento de la germinación y categorización de la latencia en semillas de mortiño (Vaccinium meridionale Swartz). *Agronomía Colombiana*, *27*(1), 15-23.

INEGI. (2009). "Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos de Linares, Nuevo León". Consultado el 23 de octubre de 2020. Página Web del Instituto de Estadística, Geografía e Informática:http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/19/19033.pdf

Jiménez, J., E. Alanís, M. A. González, O. A. Aguirre y E. J. Treviño. (2013). Characterizing regeneration of woody species in areas with different land-history tenure in the Tamaulipan thornscrub, Mexico. The Southwestern Naturalist. 58(3):299–304. http://www.jstor.org/stable/24643685

Jiménez, J., E. Alanís, O. Aguirre-Calderón, M. Pando-Moreno y M. González-Tagle. (2009). Análisis sobre el efecto del uso del suelo en la diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco. *Madera y bosques*, *15*(3), 5-20.

Juárez, J. R., M. A. Rodríguez y R. D. Cepeda. (2001). Escarificación de semillas de mezquite (Prosopis laevigata) para aumentar la eficiencia en la germinación. Pp 6 - 7.

Jurado, E., E. Estrada y A. Moles. (2001). Characterizing plant attributes with particular emphasis on seeds in Tamaulipas thornscrub in semi-arid Mexico. J. Arid Environ., 48: 309-321. DOI: https://doi.org/10.1006/jare.2000.0762

Jurado, E., O. Aguirre, J. Flores, J. Návar, H. Villalón y D. Wester. (2000). Germination in Tamaulipan thounscrub of north-eastern Mexico. Journal of Arid Environments (2000) 46: 413-424. DOI: https://doi.org/10.1006/jare.2000.0684

López, S. B., J. U. Morales y C. L. Osti. (2009). Bancos de forraje de arbustivas para ganado caprino en zonas semiáridas. 1: 7. ISBN 978-607-425-119-7.

Marroquín C., J. J. (2018). Germinación, facilitación y competencia entre plantas del noreste de México y su relación con la filogenia (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).

Martínez, R. y D. A. Rodríguez. (2003). Los incendios forestales en México y América Central. Memorias del Segundo Simposio Internacional sobre Políticas, Planificación y Economía de los Programas de Protección Contra Incendios Forestales: Una visión global. pp. 767-779.

Palacio, J. L., G. Bocco, A. Velázquez, J. F. Mas, F. Takaki-Takaki, A. Victoria y F. González M. (2000). La condición actual de los recursos forestales en México: resultados del Inventario Forestal Nacional 2000. *Investigaciones geográficas*, (43), 183-203.

Prendes, J. O., E. A. Khouri y J. O. García. (2011). Evaluación de un método de escarificación mecánica en la germinación de semillas de leguminosas pratenses. Pastos, 37(2), 179-191.

Rocha, A., T. E. Torres C., M. C. González, S. J. Martínez L., y M. A. Alvarado V. (1998). Flora ornamental de plazas y jardines públicos del área metropolitana de Monterrey, México. SIDA, *Contributions to Botany* ,18(2): 579-586. http://www.jstor.org/stable/41967647

Rzedowski, J. y L. Huerta. (1978). Vegetación de México, editorial Limusa. México, DF.

Sánchez P., Z. C., J. C. Chacón H., A. Alarcón, M. Rocandio R. y S. G. Mora R. (2020). Germinación y bioestimulación en Acacia farnesiana (L.) Willd y Ebenopsis ebano (Berl.) Barneby para la remoción de As, Cd y Zn de lodos residuales por extracción de gas shale en Tamaulipas. Nova scientia, 12(25). DOI: 10.21640/ns.v12i25.2184

Suárez, D. y L. M. Melgarejo. (2010). Biología y germinación de semillas. Experimentos en fisiología vegetal, Departamento de Biología. 13-25. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11144

Toro de Marroquín, A. (2018). *Latencia o período de reposo de la semilla* (No. Doc. 240)* CO-BAC, Santafé de Bogotá). Curso sobre producción y tecnología de semillas. p. 24-27.

Valdés, J., M. C. González, R. Foroughbakhch P. y M. A. Guzmán L. (2010). Diversidad e importancia pecuaria de las gramíneas (Poaceae) en Nuevo León: de la lechuguilla a las biopelículas vegetales. Las plantas útiles de Nuevo León. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nuevo León, México, 539-567 pp.

Varela, S. A. y V. Arana. (2011). *Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. Sistemas Forestales Integrados, 3, p. 5-6. http://hdl.handle.net/20.500.12123/11393*

Woods S. W., A. Birkas y R. Ahl. (2007). Spatial variability of soil hydrophobicity after wildfires in Montana and Colorado. Geomorphology 86(3-4): 465-479. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.09.015