



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v10i54.495>

Artículo

## **Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de *Dasyllirion acrotrichum* (Schiede) Zucc.**

### **Effect of different substrates in *Dasyllirion acrotrichum* (Schiede) Zucc. seedling growth**

Abraham Palacios-Romero<sup>1</sup>, Rodrigo Rodríguez-Laguna<sup>2</sup>\*, Ramón Razo-Zárte<sup>2</sup> y Edith Jiménez-Muñoz<sup>3</sup>

#### **Abstract**

*Dasyllirion acrotrichum* is a species used primarily as a religious ornament and is beginning to be exploited by the liquor industry in Oaxaca. Despite this, there is no technical or scientific study of the species, so it is imperative to generate knowledge of it. Therefore, the effect of three different substrates on the growth of *D. acrotrichum* seedlings was evaluated. The trial was established within the greenhouse belonging to *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. The seeds were germinated and transplanted to polyethylene containers with three different treatments: agricultural land-tezontle (2:1), agricultural land (100 %) and agricultural land-tezontle (1:1). The variables studied were: root biomass, aerial, total and number of leaves. Two measurements were made at 6 and 18 months after the transplant and the data obtained were subjected to a variance analysis. At 6 months, the treatment of agricultural land-tezontle (1:1) had the highest root biomass and total biomass surpassing the other treatments by up to 31.94 % and 23.75 %, respectively. At 18 months, the treatment of agricultural land-tezontle (1:1), reaches the highest aerial and total biomass, surpassing in up to 25.5 % and 24.6 % respectively to the rest of the treatments. Therefore, it is inferred that this substrate improves the initial growth in this species.

**Keywords:** Aerial biomass, root biomass, growth, *sotol*, substrate, *tezontle*.

#### **Resumen**

*Dasyllirion acrotrichum* es una especie usada, principalmente, como ornamento religioso, que los productores de Oaxaca quieren empezar a utilizarla en la industria licorera. A pesar de esto, no existe ningún tipo de estudio técnico o científico del taxon, por lo que es imperativo generar conocimiento del mismo. Por ello, se evaluó el efecto de tres diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de *D. acrotrichum*. Se estableció un ensayo en un invernadero perteneciente a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Las semillas fueron germinadas y trasplantadas a contenedores de polietileno con tres tratamientos: tierra agrícola-tezontle (2:1), tierra agrícola (100 %) y tierra agrícola-tezontle (1:1). Las variables estudiadas fueron: biomasa de raíz, aérea, total y número de hojas. Se realizaron dos mediciones: a los seis y 18 meses de efectuado el trasplante y los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza. A los seis meses, el tratamiento de tierra agrícola-tezontle (1:1) tuvo la mayor biomasa radicular y biomasa total, datos que fueron superiores a los otros tratamientos hasta 31.94 % y 23.75 %, respectivamente. A los 18 meses, el tratamiento de tierra agrícola-tezontle (1:1), alcanzó la mayor biomasa aérea y total, superó hasta 25.5 % y 24.6 %, respectivamente al resto de los tratamientos. Por lo que se infiere que este sustrato mejora el crecimiento inicial de esta especie.

**Palabras clave:** Biomasa aérea, biomasa radicular, crecimiento, *sotol*, sustrato, *tezontle*.

Fecha de recepción/Reception date: 10 de enero de 2019

Fecha de aceptación/Acceptance date: 13 de junio de 2019

<sup>1</sup>Departamento de Bioingenierías y Ciencias, Tecnológico de Monterrey, *Campus Hidalgo*, México.

<sup>2</sup>Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.

<sup>3</sup>Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

\*Autor por correspondencia Correo-e: rlaguna@uaeh.edu.mx

## Introducción

La vegetación que crece en climas áridos es fuente de distintos recursos para las comunidades que habitan esas zonas, por ejemplo: plantas medicinales y comestibles, frutos, semillas, resinas, materias primas para diversas industrias (maderera, del carbón, artesanal, licorera, etcétera). También aportan valiosos servicios ambientales, como protección del suelo, refugio y alimento para la fauna silvestre (López *et al.*, 2005).

En estos ecosistemas, destacan las especies pertenecientes al género *Dasyllirion* (conocidas como sotoles, cucharas de desierto o sereques), ya que son fuente de una gran variedad de productos útiles para el ser humano (Vega-Cruz *et al.*, 2006). Las especies del género *Dasyllirion* se distribuyen desde el sur de Estados Unidos de América, hasta el sur de México. Actualmente, su importancia económica está en aumento, sobre todo por su uso en la elaboración de bebidas alcohólicas, como el sotol y adornos religiosos, mejor conocidos como arcos florales (Haeckel, 2008; Reyes-Valdés *et al.*, 2012).

*Dasyllirion acrotrichum* (Schiede) Zucc. es una especie endémica de México que, como el resto del género, crece en las zonas áridas del país; en suelos gravosos, con buen drenaje, en laderas de cerros y orillas de arroyos con presencia de matorrales xerófilos y submontanos (Torres, 2016). Es una planta perenne, policárpica, con tallo leñoso, de lento crecimiento y con un alto valor cultural (Torres, 2016). Las hojas se utilizan en amarres de techados y para elaborar adornos para fiestas religiosas (López-Gutiérrez, 2010). Su tallo puede ser usado como leña (Arias *et al.*, 2000) y las flores son consumidas por las personas; mientras que el escapo floral sirve para alimentar al ganado en época de sequías prolongadas (Torres, 2016). De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT 2010, *Dasyllirion acrotrichum* se ubica en la categoría de especie amenazada, debido a factores que ocasionan el deterioro de su hábitat o que disminuyen, directamente, el tamaño de las poblaciones silvestres (Torres, 2016).

A pesar de su importancia cultural y económica, así como de su situación de riesgo, se carece de información técnica y científica que permita llevar a cabo un manejo responsable de sus poblaciones silvestres, por lo que resulta prioritario realizar investigaciones encaminadas a determinar los detalles más importantes de su ciclo de vida, para con base en la información generada definir las condiciones óptimas para su correcto aprovechamiento.

A partir de lo anterior, el presente trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de tres sustratos en el crecimiento inicial de plantas de *D. acrotrichum* en vivero, para satisfacer la necesidad que tienen los productores por conseguir planta de calidad para establecer plantaciones comerciales y con ello, no poner en riesgo sus poblaciones silvestres.

## **Materiales y Métodos**

Se implementó el ensayo en un invernadero perteneciente al Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, con cubierta de plástico, color blanco y calibre 720, ubicado en las coordenadas: 20°3'36.44" latitud norte y 98°22'53.26" longitud oeste, a una altitud de 2 165 m, con precipitación media de 500 mm a 553 mm por año y temperatura media anual de 14 °C (INEGI, 2015).

El material vegetal se obtuvo a partir de la germinación de semillas procedentes de la comunidad de Guadalupe Hidalgo del municipio Nochixtlán, en el estado de Oaxaca, México; las cuales fueron donadas por productores de la localidad.

Las plántulas fueron producidas en charolas de plástico de 49 cavidades y de 170 cm<sup>3</sup> por cavidad. El sustrato utilizado fue turba de musgo, perlita y vermiculita en relación 3:1:1, con seis gramos de fertilizante de liberación lenta (8 meses) de la marca *Osmocote plus*<sup>®</sup> (15-09-12), por cada litro de mezcla. Una vez que las plántulas tenían un mes de edad, se transplantaron, a raíz desnuda, a bolsas de polietileno de 10 cm × 20 cm (0.40 L). Se aplicaron los siguientes tratamientos: tierra agrícola-tezontle en relación 2:1 (T1); tierra agrícola 100 % (T2); tierra-agrícola- tezontle, 1:1 (T3). El diseño experimental fue completamente al azar. La

Tierra agrícola usada para crear los sustratos tenía 23 % de humedad inicial, porosidad total de 56.5 %, capacidad de retención de agua disponible de 10.2 % y porosidad de aireación de 89.7 %. Cada tratamiento estuvo compuesto por 125 plántulas, y un total de 375 individuos en el experimento (no hubo muertes durante el ensayo).

## **Variables y análisis realizados**

Las variables estudiadas fueron el incremento en biomasa de raíz, aérea, total y número de hojas. Para esto se realizaron dos evaluaciones: a los seis y 18 meses después del trasplante, en cada medición se seleccionaron completamente al azar a 15 individuos por tratamiento para la evaluación. La biomasa se calculó de acuerdo con la metodología propuesta por Schlegel *et al.* (2000), que consistió en extraer la planta, lavar la raíz y posteriormente colocarlas en estufas de secado (JISICO J-DH1). Los datos de biomasa aérea, radicular, total y número de hojas se sometieron a un análisis de varianza. A las variables que presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ) se les aplicó la prueba de comparación múltiple de medias *Tukey*, con el paquete estadístico *Statistica 7.0*.

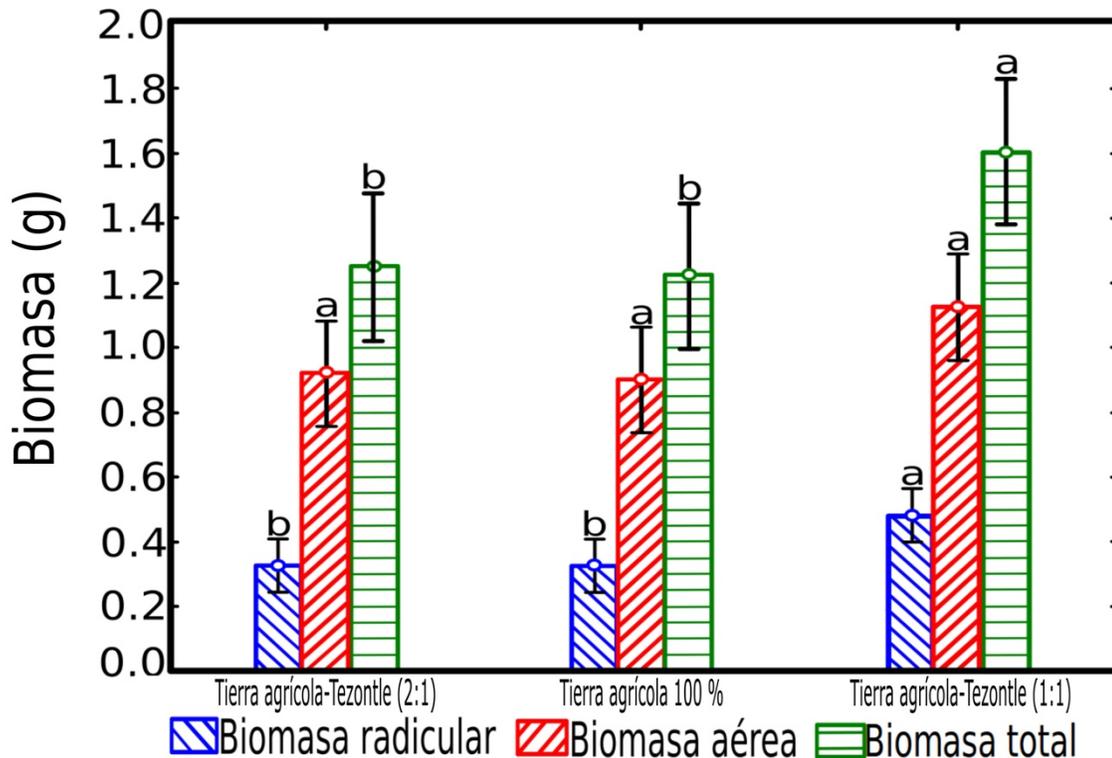
## **Resultados y Discusión**

### **Evaluación a seis meses del trasplante**

El análisis de varianza realizado a los seis meses del trasplante indicó la existencia de diferencias significativas para las variables de biomasa radicular ( $P = 0.011$ ), total ( $P = 0.035$ ) y el número de hojas ( $P = 0.001$ ).

La prueba de comparación de medias *Tukey* en el tratamiento de tierra agrícola-tezontle (1:1) obtuvo los mejores resultados en biomasa radicular y biomasa total (Figura 1). En la primera alcanzó 0.48 g, mientras que en los otros tratamientos solo 0.32 g, lo que representó una diferencia de 31.94 %; en biomasa total, el tratamiento

de tierra agrícola-tezontle (1:1) registró 1.60 g, que superó en 23.75 % al de tierra agrícola (100 %) y al de tierra agrícola-tezontle (2:1) 22.5 %.



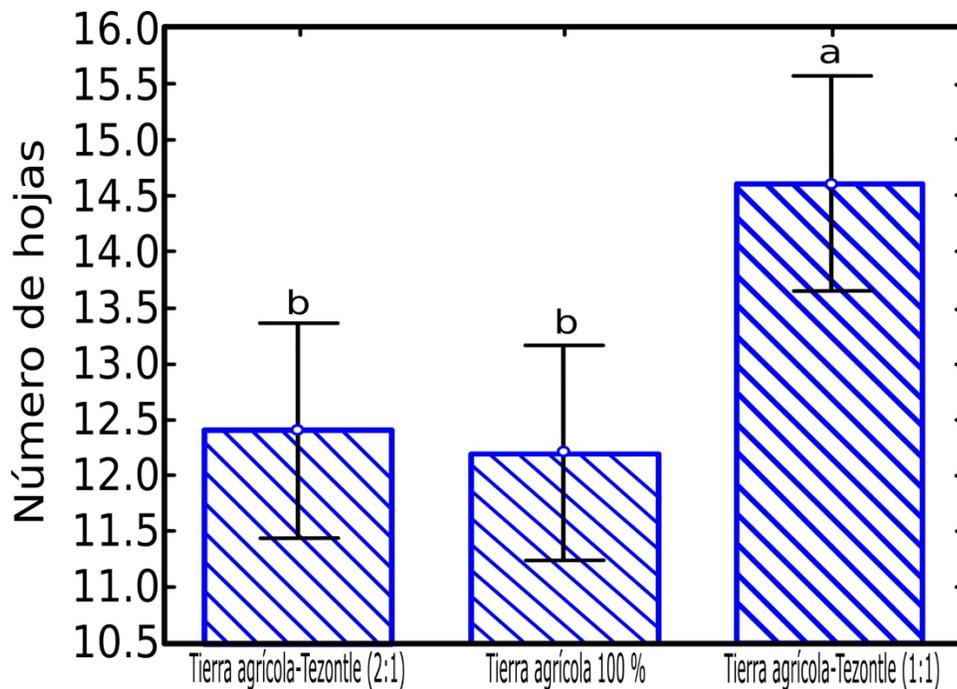
\*Barras con misma trama y letra diferente indican diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 1.** Biomasa obtenida en distintos sustratos a seis meses del trasplante.

De los resultados anteriores, se infiere que *D. acrotrichum* se desarrolla mejor durante la etapa de plántula en suelos porosos y bien drenados, ya que permiten que las raíces crezcan con mayor facilidad, tal como lo indican De Freitas *et al.* (1999) y Dexter (2002), en cuyos trabajos afirman que la existencia de una cantidad adecuada de macroporos continuos, en los que las raíces puedan penetrar libremente, es un requerimiento importante para su crecimiento. Además, esto se confirma con lo documentado por Granados-Sánchez *et al.* (2011) y Reyes-Valdés *et al.* (2012)

quienes indican que los individuos del género *Dasyllirion* se distribuyen naturalmente en zonas con ese tipo de suelos, por lo que la especie estaría mejor adaptada para tales condiciones. En cuanto a la biomasa aérea, no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos, pero se registró una tendencia a una mayor biomasa en las plantas con tierra agrícola-tezontle (1:1).

Para la variable de número de hojas, la prueba de comparación de medias *Tukey* demostró que las plantas con tierra agrícola-tezontle (1:1) tuvieron más cantidad de follaje, en comparación con el resto de los tratamientos (Figura 2). Lo que es atribuible a la presencia de un sistema radicular más desarrollado (reflejo de su mayor biomasa), el cual favoreció que brotaran más hojas, como lo sugieren Di Stéfano y Fouriere (1999).



\*Barras con letra diferente indican diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 2.** Número de hojas desarrolladas con distintos sustratos a seis meses del trasplante.

## Evaluación a 18 meses del trasplante

El análisis de varianza posterior a los 18 meses del trasplante arrojó diferencias significativas para las variables de biomasa aérea y biomasa total; mientras que para la biomasa radicular y número de hojas, las diferencias significativas fueron nulas (Cuadro 1).

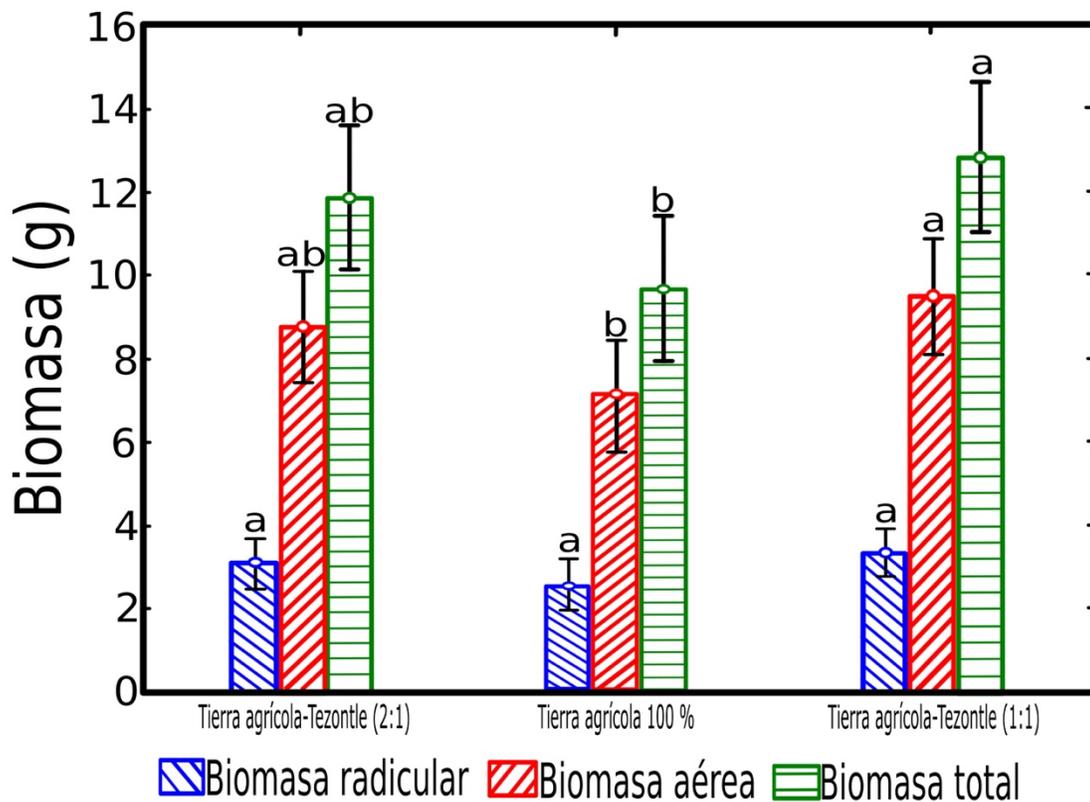
**Cuadro 1.** Análisis de varianza de biomasa a los 18 meses del trasplante de *Dasyliirion acrotrichum* (Schiede) Zucc.

Variable	Cuadrados medios		Pr>F
	Tratamiento (2) <sup>a</sup>	Error (41)	
Biomasa radicular	2.1660	1.4076	0.226502
Biomasa aérea	23.080	6.671	0.040663
Biomasa total	39.384	11.430	0.041153
Número de hojas	52.42	25.57	0.141352

<sup>a</sup>En paréntesis se presentan los grados de libertad correspondientes a cada fuente de variación.

La prueba de comparación de medias *Tukey* indica para las variables de biomasa aérea y biomasa total que las plantas con tierra agrícola-tezontle (1:1) presentaron un mayor incremento con respecto a las de tierra agrícola (100 %). En biomasa aérea, los individuos en tierra agrícola-tezontle (1:1) obtuvieron 9.54 g (25.5 % más que los desarrollados en tierra agrícola 100 %); y en biomasa total, alcanzaron 12.84 g (24.6 % más que los producidos en tierra agrícola).

Al comparar los ejemplares del tratamiento tierra agrícola-tezontle (1:1) con los de tierra agrícola-tezontle (2:1), no se observaron diferencias significativas (Figura 3). Esto se puede atribuir, en principio, a la diferencia en biomasa radicular observada en la primera medición, ya que como mencionan Harris (1992) y Di Stéfano y Fouriere (1999), en plantas sembradas en macetas, un sistema de raíces bien desarrollado es fundamental para el crecimiento vigoroso de la parte aérea. Lo anterior, también refuerza lo expuesto por Mata-Balderas *et al.* (2014), quienes señalan que el género *Dasyliirion* se desarrolla de manera natural en áreas con suelos porosos. Además, de acuerdo a lo citado por Robertson *et al.* (2009), el crecimiento y productividad en *Dasyliirion* spp. dependerá, en gran medida, del estado y crecimiento del sistema radicular.



\*Barras con misma trama y letra diferente indican diferencias estadísticas significativas ( $P \leq 0.05$ ).

**Figura 3.** Biomasa obtenida en distintos sustratos a 18 meses del trasplante.

En cuanto a biomasa radicular, se presentó una tendencia a una mayor cantidad en las plantas del tratamiento tierra agrícola–tezontle (1:1), con respecto al resto de los tratamientos. La ausencia de diferencias significativas puede responder al efecto del contenedor sobre las raíces (Santiago *et al.*, 2015), ya que para los 18 meses de realizado el trasplante, el espacio disponible ya había sido ocupado y como citan Matthe-Sears y Larson (1999), el crecimiento es afectado por la presencia de espacios reducidos.

En relación al número de hojas, nuevamente, se notó la ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos, la cual es atribuible al tamaño del contenedor donde fueron trasplantadas las plantas, ya que es probable que limitara el crecimiento de las raíces, lo que, a su vez, influye en el desarrollo del número de hojas, tal como sugieren Robertson *et al.* (2009).

Los resultados del presente ensayo tuvieron como limitantes el tiempo entre mediciones, así como el tamaño y forma del envase en el que se hizo el trasplante. Cabe señalar que dichas restricciones pudieron afectar a las plantas (Di Stéfano y Fouriere, 1999). También, existen estudios que indican que la germinación y crecimiento son afectados por las brácteas de la semilla (Sierra *et al.* 2008). Asimismo, es importante resaltar que la variación en las características de germinación y crecimiento de las plántulas de *Dasyilirion* spp. es muy grande, lo que dificulta definir las características y condiciones óptimas para su producción (Vega-Cruz *et al.*, 2006). Además, hay que considerar que los ensayos documentados en la literatura fueron realizados para otras especies del género *Dasyilirion*, y que, en general, el conocimiento sobre su fisiología es muy escaso; por lo que es factible que existan otros factores que afecten su crecimiento inicial y que no se incluyeron en el presente estudio.

## **Conclusiones**

El sustrato de tierra agrícola-tezontle (1:1) es la mejor mezcla para la producción de *D. acrotrichum* en las etapas iniciales de crecimiento, ya que favorece el incremento de biomasa radicular y del número de hojas; mientras que los sustratos menos porosos limitan el crecimiento de la planta en un mismo periodo de tiempo y condiciones ambientales.

Es importante dar continuidad este tipo de estudios, mediante la evaluación de otras mezclas y proporciones que modifiquen el espacio poroso para optimizar la producción de plantas de *D. acrotrichum*, ya que su aprovechamiento está ganando importancia en las industrias licorera y ornamental.

## **Conflictos de interés**

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

## **Contribuciones por autor**

Abraham Palacios-Romero: trabajo en invernadero; Rodrigo Rodríguez-Laguna: responsable del proyecto integral; Ramón Razo-Zárte: trabajo de laboratorio; Edith Jiménez-Muñoz: análisis estadísticos. Todos los autores participaron en la elaboración del manuscrito y aplicación de correcciones.

## Referencias

- Arias T., A. A., M. T. Valverde V. y J. R. Santiago. 2000. Las plantas de la región de Zapotitlán Salinas, Puebla. Instituto Nacional de Ecología., Red para el Desarrollo Sostenible A.C., Universidad Nacional Autónoma de Puebla. México, DF., México. 80 p.
- De Freitas, P. L., R. W. Zobel and V. A. Synder. 1999. Corn Root growth in soil columns with artificially constructed aggregates. *Crop Science* 39 (3): 725–30. doi:10.2135/cropsci1999.0011183X003900030020x.
- Dexter, A. R. 2002. Soil Structure: The key to soil function. *In*: Pagliai, M. and R. Jones (comp.). Sustainable Land Management-Environmental Protection: A soil physical approach. advances in GeoEcology. Catena Verlag. Reiskirchen, Germany. pp. 57–69.
- Di Stéfano, J. F. y L. A. Fournier. 1999. Crecimiento de la parte aérea y radicular de plántulas de *Enterolobium cyclocarpum* (GUANACASTE). *Agronomía Costarricense* 23(1): 77–87.
- Granados-Sánchez D., A. Sánchez-González, R. L. Granados Victorino y A. Borja de la Rosa. 2011. Ecología de la vegetación del desierto chihuahuense. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17: 111-130. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchscfa.2010.10.102>.
- Haeckel, I. B. 2008. Notes on economic plants The “Arco Floral” : Ethnobotany of *Tillandsia* and *Dasyllirion* spp. in a mexican religious adornment. *Economic Botany*. 62: 90-95. <https://doi.org/10.1007/s12231-008-9009-8>.
- Harris, R. W. 1992. Arboriculture: Integrated management of landscape trees, shrubs, and vines. Prentice-Hall International. Davis, CA USA. 674 p.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015. Anuario Estadístico y Geográfico de Hidalgo 2014. Aguascalientes, Ags., México. 606 p.

López, C., S. Chanfón y G. Segura. 2005. La riqueza de los bosques mexicanos más allá de la madera. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F., México. 200 p.

López-Gutiérrez, B. N. 2010. Etnobotánica de *Dasyllirion acrotriche* (Schiede) Zucc. (Nolinaceae), en áreas del centro y sur del Estado de Hidalgo, México. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hgo., México. 89 p.

Mata-Balderas, J. M., E. J. Treviño-Garza, J. Jiménez-Pérez, O. A. Aguirre-Calderón, E. Alanís-Rodríguez y R. Foroughbakhch-Pournavab. 2014. Prácticas de rehabilitación en un ecosistema semiárido, afectado por el establecimiento de un banco de material, en el noreste de México. *CienciaUAT* 8(2): 32–43.  
<https://doi.org/10.29059/cienciauat.v8i2.291>.

Matthes-Sears, U. and D. W. Larson. 1999. Limitations to seedling growth and survival by the quantity and quality of rooting space: Implications for the establishment of *Thuja occidentalis* on cliff faces. *International Journal of Plant Sciences* 160 (1): 122–28. <https://doi.org/10.1086/314105>.

Reyes-Valdés, M. H., A. Benavides-Mendoza, H. Ramírez-Rodríguez y J. A. Villarreal-Quintanilla. 2012. Biología e importancia del sotol (*Dasyllirion* spp). Parte I: sistemática, genética y reproducción. *Planta* 14(7): 11-13.

Robertson, T. R., C. W. Bell, J. C. Zak and David T Tissue. 2009. Precipitation timing and magnitude differentially affect aboveground annual net primary productivity in three perennial species in a Chihuahuan desert grassland. *New Phytologist* 181 (1): 230–42. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2008.02643.x>.

Santiago T., O., J. J. Vargas H., A. Aldrete, J. López U y A. M. Fierros G. 2015. Sustratos y tamaños de contenedor en el desarrollo de Müll. Arg. en Vivero. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 6 (31): 94–113.  
<https://doi.org/10.29298/rmcf.v6i31.199>.

Schlegel, B., J. Gayoso y J. Guerra. 2000. Manual de procedimientos muestreos de biomasa forestal. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Valdivia: Universidad Austral de Chile. [http://www.uach.cl/procarbono/pdf/manuales/guia\\_destructivo.pdf](http://www.uach.cl/procarbono/pdf/manuales/guia_destructivo.pdf) (10 de junio de 2016).

Sierra T., J. S., C. R. Lara M., R. R. Carrillo, A. C. Mendoza, C. N. Morales y M. H. Royo M. 2008. Los Sotoles (*Dasyllirion* SPP) de Chihuahua. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico Núm. 20. Chihuahua, Chih., México. 58 p.

Torres M., G. 2016. Manejo Tradicional de *Dasyllirion Acrotrichum* (Schiede) Zucc. (Asparagaceae) para la elaboración de arcos florales en el centro de Veracruz y la evaluación del impacto en sus poblaciones naturales. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. Xalapa, Ver., México. 89 p.

Vega-Cruz J., A. Melgoza-Castillo y J. S. Sierra-Tristán. 2006. Caracterización del crecimiento de dos especies de sotol (*Dasyllirion leiophyllum* Engelm. ex Trelease y *D. sereke* Bogler) fertilizadas con nitrógeno y fosforo. *Ciencia Forestal en México* 31 (99): 55-71.



Todos los textos publicados por la **Revista Mexicana de Ciencias Forestales** –sin excepción– se distribuyen amparados bajo la licencia *Creative Commons 4.0 Atribución-No Comercial (CC BY-NC 4.0 Internacional)*, que permite a terceros utilizar lo publicado siempre que mencionen la autoría del trabajo y a la primera publicación en esta revista.