

## Sobrevivencia de una plantación de *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. al norte de Zacatecas

Survival of a plantation of *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. at north of Zacatecas

<sup>1</sup>Héctor Darío González-López, <sup>2\*</sup>Dino Ulises González-Uribe <sup>1</sup>Rufino Sandoval-García

<sup>1</sup>Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro No. 1923, C. P. 25315, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Correos electrónicos: [hectordarioua@gmail.com](mailto:hectordarioua@gmail.com); [rufino.sandoval.garcia@gmail.com](mailto:rufino.sandoval.garcia@gmail.com) ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-2184-4637>; <https://orcid.org/0000-0003-4448-6172>

<sup>2</sup>Departamento de Estadística y Cálculo, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Calzada Antonio Narro No. 1923, C. P. 25315, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Correo electrónico: [digon\\_mx@yahoo.com](mailto:digon_mx@yahoo.com) ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2557-9675>

\*Autor para correspondencia

Recibido: 28 de octubre del 2023  
Aceptado: 10 de septiembre del 2024  
Publicado: 30 de septiembre del 2024  
<https://doi.org/10.33064/iycuaa2024934803>  
e4803

### RESUMEN

La cera de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*) del Desierto Chihuahuense es considerada de importancia. El objetivo del estudio fue evaluar la sobrevivencia de una plantación de *E. antisyphilitica* al norte de Zacatecas. El experimento se evaluó en 2020 en dos rangos de elevación: 1,560-1,590 msnm y 1,590-1,630 msnm, dos tipos de vegetación: Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) y Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y dos tipos de suelo: Solonchak (SOL) y Litosol (LIT). En 60 ha se plantaron macollos de 25 a 40 cm de altura de candelilla de los alrededores a una densidad de 1,500 plantas por hectárea. Se evaluó la sobrevivencia en sitios de 100 m<sup>2</sup> seleccionados al azar que contuvieron 25 cepas. No hubo normalidad en los datos ( $W=0.8798$ ,  $P<0.01$ ), se encontraron diferencias significativas con la prueba de Kruskal-Wallis ( $P<0.01$ ), la sobrevivencia fue mayor en el rango 1,560-1,590 msnm (90.8%); no hubo diferencia en vegetación ni en suelo ( $P>0.01$ ).

**Palabras clave:** Cera; elevación; macollo; tipo de suelo; prueba de Kruskal-Wallis; tipo de vegetación.

### ABSTRACT

Candelilla wax (*Euphorbia antisyphilitica*) from the Chihuahuan Desert is considered important. The objective of the study was to evaluate the survival of an *E. antisyphilitica* plantation north of Zacatecas. The experiment was evaluated in 2020 in two elevation ranges: 1,560-1,590 masl and 1,590-1,630 masl, two types of vegetation: Rosetophilous Desert Scrub (RDS) and Microphilous Desert Scrub (MDS) and two types of soil: Solonchak (SOL) and Lithosol (LIT). On 60 ha, 25 to 40 cm high tillers of candelilla from the surrounding

area were planted at a density of 1,500 plants per hectare. Survival was evaluated in randomly selected 100 m<sup>2</sup> sites containing 25 strains. There was no normality in the data ( $W=0.8798$ ,  $P<0.01$ ), significant differences were found with the Kruskal-Wallis test ( $P<0.01$ ), survival was greater in the range 1,560-1,590 masl (90.8%); there was no difference in vegetation or soil ( $P>0.01$ ).

**Keywords:** Wax; elevation; tillering, soil type; Kruskal-Wallis test; vegetation type.

## INTRODUCCIÓN

En México se aprovechan aproximadamente 1,000 especies forestales no maderables (PFNM) distribuidos en los distintos ecosistemas, por ejemplo, *Euphorbia antisyphilitica* Zucc. (candelilla, cera), *Agave lechuguilla* Torr. (lechuguilla, fibra), *Opuntia* spp. (nopal, forraje), *Pareksiopsis* spp. (cacto, medicinal), *Hylocereus* spp. (pitahaya, consumo humano), *Mammillaria* spp. (cactus, ornamental), *Lophophora* spp. (peyote, analgésico), *Agave* spp. (maguey, fibras duras), *Larrea tridentata* (Sessé & Moc. ex DC.) Coville (gobernadora, medicinal), *Simmondsia chinensis* (Link) C.K. Schneid. (jojoba, aceite), *Olneya tesota* A. Gray (palo fierro, ornato), *Yucca carnerosana* (Trel.) McKelvey (yuca, fibras duras), *Prosopis* spp. (mezquite, consumo humano), *Nolina cespitifera* Trel. (cortadillo, escobas), entre otras (Zamora et al., 2001; Rocha et al., 2021). Los PFNM son la parte no leñosa de la vegetación, incluye: hongos, resinas, semillas, fibras, ceras, rizomas, pencas, tallos y suelos de terrenos forestales, todos ellos susceptibles al manejo, uso y aprovechamiento (Zamora et al., 2001; LGDFS, 2003; SEMARNAT, 2003; Rocha et al., 2021; Villavicencio-Gutiérrez et al., 2021).

Una especie que cumple funciones importantes en los ecosistemas desérticos es *E. antisyphilitica*, sus macollos retienen la humedad y partículas del suelo, favoreciendo el establecimiento de otras especies, además, protege al suelo de la radiación solar y del efecto del viento, evitando la erosión, particularmente en sitios con pendiente (Zamora et al., 2001; CITES, 2009; González-López et al., 2022).

Los habitantes de zonas desérticas del país dependen de los PFNM y en especial del aprovechamiento de *E. antisyphilitica* (Rocha et al., 2021; Villavicencio-Gutiérrez et al., 2021). Su presencia representa una contribución importante en la economía de muchos habitantes de zonas áridas de México, y en la mayoría de los casos es su única fuente de subsistencia (CONAFOR, 2001; Bañuelos-Revilla et al., 2019; Villavicencio-Gutiérrez et al., 2021). Se aprovechan las poblaciones naturales de candelilla para obtener cera,

producto de importancia económica en zonas rurales (Villa-Castorena et al., 2008). La cera tiene gran importancia en el país y a nivel internacional por sus innumerables aplicaciones en la industria y uso doméstico, destaca la fabricación de velas, manufactura de cosméticos, pinturas, recubrimiento para frutos de exportación, aislantes, gomas de mascar, ceras para calzado, jabones, envases desechables y productos para dar brillo a automóviles, muebles y pisos (Cervantes, 2002; Bañuelos-Revilla et al., 2019; González-López et al., 2022).

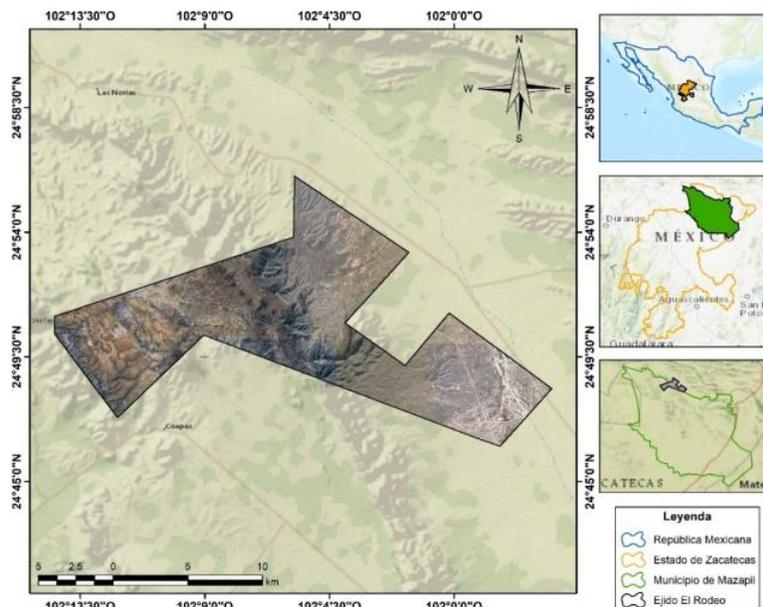
Desde la década de los cuarenta se hacen aprovechamientos intensivos de *E. antisiphilitica* sin considerar medidas para la recuperación de sus poblaciones naturales (CITES, 2009). La recolecta ha sido arrancándola completamente en forma manual, ocasionando la destrucción de las raíces y evitando la regeneración natural de los individuos (González-López et al., 2022). Lo anterior ha provocado que los recolectores se desplacen a lugares cada vez más alejados (Flores et al., 2010; Bañuelos-Revilla et al., 2019). Para proteger a *E. antisiphilitica* desde 1999 para su aprovechamiento se requiere de permiso sustentado en el estudio técnico donde se evalúen las posibilidades de cosecha y en el que se planteen estrategias para su manejo sustentable (Cervantes, 2002; Cabello et al., 2013; González-López et al., 2022). Aunado a lo anterior, *E. antisiphilitica* se encuentra amenazada por la ganadería extensiva y el sobrepastoreo que compactan el suelo y reducen la velocidad de infiltración (Barsch, 2004; CITES, 2009; Villavicencio-Gutiérrez et al., 2021).

En respuesta a lo anterior, existen las plantaciones en superficies donde se distribuyó en forma natural la especie, acción que involucra a los pobladores y recolectores, lo cual es parte de las estrategias del manejo y conservación de *E. antisiphilitica*, donde la sobrevivencia (%) de las plantas es una medida aproximada del éxito de la plantación bajo la influencia de los factores del sitio (Cervantes, 2002; CONAFOR, 2011; Cabello et al., 2013). De esta forma el objetivo de este estudio fue evaluar la sobrevivencia (%) de una plantación de *E. antisiphilitica* en el ejido El Rodeo, Mazapil, Zacatecas. Para ello, se consideraron dos rangos de elevación: 1,560 a 1,590 msnm y 1,590 a 1,630 msnm, en dos tipos de vegetación: Matorral Desértico Rosetófilo y Matorral Desértico Micrófilo y dos tipos de suelos: Solonchak y Litosol. Esto busca probar la hipótesis de que la sobrevivencia (%) de una plantación de *E. antisiphilitica* en el ejido El Rodeo, Mazapil, Zacatecas se benefició por los rangos de elevación, vegetación y suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El área donde fue realizado el estudio se localiza en el Ejido El Rodeo, municipio de Mazapil, al norte de Zacatecas. Se ubica en las coordenadas 102° 11' 00" longitud oeste y 24° 54' 00" latitud norte a una elevación de 1,560 a 1,630 msnm (CONABIO, 2014), el predio es de 10,317.553 ha (Figura 1). En el lugar se encuentran tres tipos de clima, muy seco semicálido (BWhw), semiseco templado (BS<sub>1</sub>kw) y semicálido (BS<sub>0</sub>hw). La temperatura media anual es de 16 °C y la precipitación media total anual de 510 mm (SGM, 2021). En el área se encuentran dos tipos de suelo, Solonchak (SOL) y Litosol (LIT) (SGM, 2021), la vegetación dominante son el Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) y Matorral Desértico Micrófilo (MDM) (INEGI, 2016).



### Plantación de *Euphorbia antisiphilitica*

La superficie de la plantación fue de 60 ha. En el terreno se trazaron filas con separación de 3 m entre ellas, en cada una se hizo una cepa común separada 2.2 m una de otra. A cada cepa se le hizo un cajete en media luna para captar agua de lluvia. Las partes vegetativas llamadas macollos fueron utilizadas para la plantación, se tomaron de los alrededores del terreno de plantas de *E. antisiphilitica* que tuvieran las siguientes características, 25 a 40 cm de altura, 10 tallos vivos o más, libres de plagas y enfermedades (De la Garza y Berlanga, 1993; Castillo et al. 2008). La densidad de la

plantación fue de 1,500 plantas por hectárea. Para beneficiar a las plantas, se hizo una microcuenca en forma de media luna para captar el agua de lluvia. Se tomaron dos rangos de elevación en la plantación, 1,560 a 1,590 msnm y 1,590 a 1,630 msnm, dos tipos de vegetación, Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) y Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y dos tipos de suelo, Solonchak (SOL) y Litosol (LIT). La plantación se inició en 2018 y se evaluó en 2020.

#### Medición de la variable sobrevivencia

En la plantación se utilizaron sitios de muestreo de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>) distanciados a 160 m cada uno de ellos los cuáles fueron seleccionados al azar para evaluar la sobrevivencia (%) de *E. antisiphilitica*. La superficie de los sitios incluyó 25 cepas, del centro de cada uno se marcaron cuatro cuadrantes, se contaron las plantas más cercanas bajo el siguiente criterio, si el macollo de la planta presentó más de 20 tallos vivos, se consideró como viva, si la cepa estaba vacía, se consideró como muerta (De la Garza y Berlanga, 1993; Cox, 2002). La sobrevivencia (%) de plantas de *E. antisiphilitica* se obtuvo con (1),

$$\text{Sobrevivencia} = \frac{PV}{PV+PM} * 100 \quad (1)$$

Donde: PV= Plantas vivas, PM= Plantas muertas.

Los valores de sobrevivencia (%) se dividieron en cuartiles (Zar, 1999; Walpole et al., 2007), se tomaron las categorías de Centeno (1993) y se modificaron para el presente estudio (Tabla 1).

Tabla 1  
Categorías de sobrevivencia (%) para *Euphorbia antisiphilitica*

Categoría	Sobrevivencia (%)
Muy Buena	75-100
Buena	50-74
Regular	25-49
Mala	< 25

#### Análisis estadístico

Con los datos obtenidos en campo se elaboró una base de datos en Excel®. En la evaluación de la sobrevivencia (%) de *E. antisiphilitica* se consideraron los grupos de

elevación: 1,560 a 1,590 msnm y 1,590 a 1,630 msnm, para vegetación: MDR (48 ha), MDM (12 ha), para tipo de suelo: SOL (20 ha) y LIT (40 ha). Se utilizaron 6 sitios de muestreo de 100 m<sup>2</sup> para evaluar la variable de estudio en las superficies de vegetación y suelo dentro de las dos elevaciones. Se analizó la normalidad de los datos de sobrevivencia (%) con la prueba *W* de Shapiro-Wilk ( $P > 0.01$ ), para la comparación de los dos grupos de elevación, dos tipos de vegetación y dos tipos de suelo se aplicó la *H* de Kruskal-Wallis ( $P < 0.01$ ) (Zar, 1999; Walpole et al., 2007).

## RESULTADOS

### Sobrevivencia de *Euphorbia antisiphilitica*

Los resultados de sobrevivencia (%) para los sitios se presentan en la Cuadro 2. El 7.5% mostró una sobrevivencia (%) menor al 25%, posicionándose en la categoría mala (Cuadro 1). El 2.5%, estuvo en la categoría de 25 a 49% de sobrevivencia (%). El 27.5% en categoría buena; el 62.5% en la categoría muy buena con valores del 80 al 100%.

Tabla 2  
Sobrevivencia (%) de *Euphorbia antisiphilitica*

Elevación (msnm)	Tipo de suelo	Tipo de vegetación	Sobrevivencia (%)
1,560 a 1,590	SOL	MDM	72.1
1,590 a 1,630	LIT	MDR	90.8

Matorral Desértico Rosetófilo (MDR), Matorral Desértico Micrófilo (MDM), Solonchack (SOL), Litosol (LIT).

Los datos de sobrevivencia (%) no mostraron normalidad ( $P < 0.01$ ) con la prueba de Shapiro-Wilk en los dos grupos de elevación. El valor estadístico *H* del análisis Kruskal-Wallis mostró diferencias estadísticas ( $P < 0.01$ ) en la elevación, la cual fue mayor (90.80%) en el intervalo de 1,590 a 1,630 msnm, a la sobrevivencia (72.10%) en el otro intervalo (Figura 2).

En vegetación no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.01$ ) entre MDM y MDR, tampoco hubo diferencias en SOL y LIT.

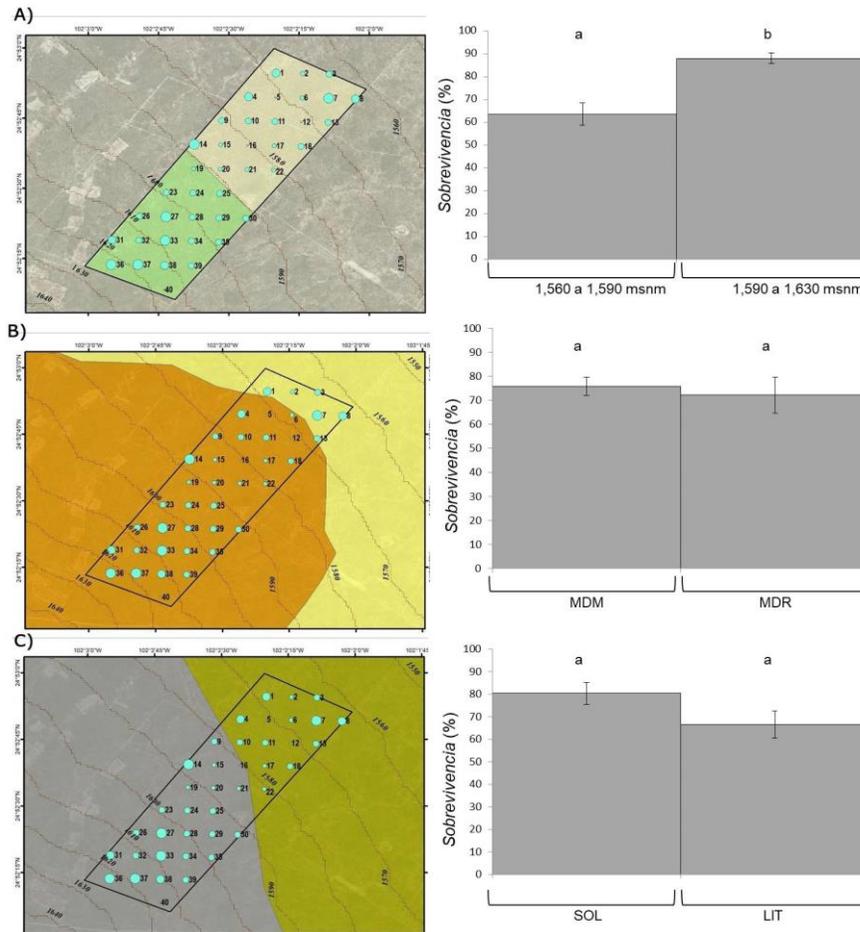


Figura 2. Distribución de los sitios para evaluar de sobrevivencia (%), A) elevación: 1,560 a 1,590 msnm y 1,590 a 1,630 msnm, B) vegetación: Matorral Desértico Rosetófilo (MDR) y Matorral Desértico Micrófilo (MDM) y C) tipos de suelo: Solonchack (SOL) y Litosol (LIT). Distinta letra indica diferencias significativas ( $P < 0.01$ ). Fuente: Elaboración propia.

## DISCUSIÓN

La variable principal a evaluar en una plantación de *E. antisiphilitica* es la sobrevivencia (%), darle continuidad estará directamente relacionado con las condiciones climáticas de precipitación y temperatura, que afectarán la duración del turno técnico por ubicación de la plantación de una localidad a otra (Castillo et al., 2008; Villa-Castorena et al., 2010).

La elevación donde se han encontrado poblaciones naturales de *E. antisiphilitica* van de 460 msnm a 2,400 msnm, siendo más frecuentes entre los 700 msnm y 1,200 msnm (Toribio-Ferrer & Villalón-Mendoza, 2022). En general las condiciones del ambiente influyeron en el crecimiento de la especie, encontrando hacia el norte individuos de menor tamaño y

hacia el sur mayores, siendo los lomeríos los que presentaron la menor sobrevivencia (%) y el caso contrario en las laderas (Martínez, 2013; Toribio-Ferrer & Villalón-Mendoza, 2022). En general, la mayor sobrevivencia (%) se ha reportado en áreas con mayor elevación y cuencas cerradas (Flores et al., 2010; Flores, 2013). En este estudio se encontraron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) en la sobrevivencia (%) en la elevación entre 1,590 a 1,630 msnm.

En un estudio de campo se observó que *E. antisiphilitica* se desarrolló en los tipos de vegetación, MDR, MDM, Matorral Crasicaule e izotal (Flores et al., 2010; Rocha et al., 2021). La especie objeto de estudio forma parte del MDM donde es frecuente encontrar a *L. tridentata* (CITES, 2009), en la presente investigación hubo mayor sobrevivencia (%) en sitios con MDR, aunque no hubo diferencias significativas ( $P > 0.01$ ) con el MDM.

Otro factor que influye en la sobrevivencia (%) de una plantación de *E. antisiphilitica*, es el suelo. Se desarrolla mejor en suelos arenosos y calcáreos de origen coluvial, de profundidad somera, textura franco arenosa y estructura granular, con pendiente alta y laderas de los cerros, en suelos poco profundos del tipo Litosol, pobres con poca materia orgánica (Cervantes, 2005; Villa-Castorena et al., 2010; Mata-Fernández et al., 2014; Salazar-Ramírez et al., 2021). Sin embargo, en este estudio no se encontraron diferencias significativas ( $P > 0.01$ ) en los suelos, SOL y LIT, con sobrevivencia (%) buena y muy buena, respectivamente.

## **CONCLUSIONES**

La plantación de *E. antisiphilitica* al norte de Zacatecas sobrevivió más en sitios con elevaciones de 1,590 msnm a 1,630 msnm (90.80%) en Marorral Desértico Rosetófilo y Litosol. El caso contrario lo hubo en elevaciones de 1,560 msnm a 1,590 msnm (72.10%) en vegetación de Marorral Desértico Micrófilo con suelo Solonchack (66.47%). Estadísticamente, la sobrevivencia (%) no fue diferente en vegetación ni en suelo.

Estos resultados sólo aplican al área de estudio al norte del estado de Zacatecas, siendo primordial el seguimiento, mantenimiento y otras evaluaciones de la sobrevivencia (%) de la plantación. Los resultados de este tipo de estudios apoyarán a los productores de *E. antisiphilitica* para realizar estimaciones precisas y posiblemente proyectar el crecimiento y el rendimiento de la planta.

## REFERENCIAS

- Bañuelos-Revilla, J. E., Palacio-Núñez, J., Martínez-Montoya, J. F., Olmos-Oropeza, G., & Flores-Cano, J. A. (2019). Distribución potencial y abundancia de candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*) en el norte de Zacatecas, México. *Madera y Bosques*, 25, 1-14.
- Barsch, F. (2004). Candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*): utilización en México y comercio internacional. *Conservación de Plantas Medicinales*, 9(10), 46-50. Recuperado de <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=1dad93a21a3a7396170efd2166342284f3a76076#page=46>
- Cabello A. C., Sáenz G. A., Barajas B. L., Pérez B. C., Ávila O. C., & Valdés G. J. (2013). Cera de Candelilla y sus aplicaciones. *Avances en Química*, 8, 105-110. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/933/93328462007.pdf>
- Castillo Q. D., Berlanga R. C., Pando M. M., & Cano P. A. (2008). Regeneración del cogollo de *Agave lechuguilla* Torr. de cinco procedencias bajo cultivo. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 103(33), 27-40. Recuperado de <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/739/1901>
- Centeno, S. M. (1993). Inventario Nacional de Plantaciones Forestales en Nicaragua. (Trabajo de licenciatura). Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. Recuperado de <https://repositorio.una.edu.ni/877/>
- Cervantes R. M. (2002). Plantas de importancia económica en las zonas áridas y semiáridas de México. Instituto de Geografía, UNAM. Ciudad de México, México. Recuperado de <http://www.publicaciones.igg.unam.mx/index.php/ig/catalog/view/127/120/416-1>
- CITES. (2009). Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Evaluación del estatus de *Euphorbia antisiphilitica* en México dentro de los apéndices de la CITES. Decimoctava reunión del Comité de Flora. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de <https://cites.org/esp/disc/text.php>
- CONABIO. (2014). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Localidades rurales y urbanas 1, 2010, escala: 1:1. Datos estadísticos del 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México, Ciudad de México. Recuperado de [http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/loc2010gw.xml?\\_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc\\_html.xml&\\_indent=no](http://www.conabio.gob.mx/informacion/metadatos/gis/loc2010gw.xml?_xsl=/db/metadatos/xsl/fgdc_html.xml&_indent=no)

- CONABIO. (2021). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Manual de procedimientos para emitir consideraciones técnicas por especie para la formulación de dictámenes de extracción no perjudicial (NDF): Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica*). Ciudad de México, México. Recuperado de [https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/planeta/cites/files/CONABIO\\_NDF\\_candelilla.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/planeta/cites/files/CONABIO_NDF_candelilla.pdf)
- CONAFOR. (2001). Comisión Nacional Forestal. Plan Estratégico Forestal para México 2025. Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/4/307Programa%20Estrat%C3%A9gico%20Forestal%202025.pdf>
- CONAFOR. (2011). Comisión Nacional Forestal. Metodología para realizar y presentar los informes de sobrevivencia inicial (ISI) de las plantaciones forestales comerciales (Aspectos técnicos). Recuperado de <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/ver.aspx?grupo=6&articulo=1564>
- Cox, G. W. (2002). *Laboratory Manual of General Ecology*. (8ª. ed.) Boston. McGraw-Hill.
- De la Garza F. E. y Berlanga, R.C.A. 1993. Metodología para la evaluación y manejo de candelilla en condiciones naturales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Noreste. Campo Experimental La Saucedá, Saltillo. Folleto Técnico Núm. 5, Coahuila, México. 46 p.
- Flores del Ángel M. L., Foroughbakhch P. R., Alvarado V. M., Hernández P. J., Guzmán L. M., & Cárdenas Á. M. (2010). Situación actual de poblaciones naturales de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) en el estado de Coahuila, México. En: G. Solís Garza, R, Castillo Gámez, M. Ortega Nieblas, S. Cantúa Sesteaga, G. Nubes Ortiz & R. Corella Bernal (Eds.). *Memoria del VII Simposio Internacional sobre la Flora Silvestre en Zonas Áridas*. (pp. 528-541). Hermosillo: Universidad de Sonora.
- Flores del Ángel, M. L. (2013). Situación actual de las poblaciones de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc): inventario, su propagación sexual y asexual. Coahuila, México. (Tesis de doctorado). Universidad Autónoma de Nuevo León, México. Recuperado de <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/3425>
- González-López, H. D., Valencia-Manzo, S., & González-Urbe, D. U. (2022). Tabla de rendimiento de biomasa para *Euphorbia antisyphilitica* al norte de Zacatecas. *Revista mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(3), 443-453. doi: <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.2908>

- INEGI. (2016). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Uso del suelo y vegetación, escala 1:250000, serie VI (continuo nacional). México, Ciudad de México. Recuperado de [http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis\\_root/usv/otras/usv731mgw](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/usv/otras/usv731mgw)
- LGDFS. (2003). Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable. Sección III. Del aprovechamiento de los recursos forestales no maderables. 41-43 p. Recuperado de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/lgdfs\\_2003/LGDFS\\_orig\\_25feb03.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/abro/lgdfs_2003/LGDFS_orig_25feb03.pdf)
- Mata-Fernández, I., Rodríguez-Gamiño, M. L., López-Blanco, J., & Vela-Correa, G. (2014). Dinámica de la salinidad en los suelos. *Revista Digital del Departamento El Hombre y su Ambiente*, 1(5), 26-35. Recuperado de [http://cbs1.xoc.uam.mx/e\\_bios/docs/2014/05\\_SALINIDAD\\_EN\\_SUELOS\\_ESPANOL.pdf](http://cbs1.xoc.uam.mx/e_bios/docs/2014/05_SALINIDAD_EN_SUELOS_ESPANOL.pdf)
- Martínez, S. M. (2013). Ecología y usos de especies forestales de interés comercial de las zonas áridas de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional Norte Centro. Sitio Experimental La Campana, Cd. Aldama. Libro Técnico Núm. 5. Chihuahua, México. 216 p. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Martin-Martinez-Salvador/publication/261323618\\_Libro\\_zonas\\_aridas/links/00463533dceec7f707000000.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Martin-Martinez-Salvador/publication/261323618_Libro_zonas_aridas/links/00463533dceec7f707000000.pdf)
- Rodríguez H. M. (2012). Inducción del desarrollo vegetal de *Euphorbia antisyphilitica*. (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional. Jiquilpan de Juárez, Michoacán, México. Recuperado de <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/12266>
- Rocha Estrada, R. A., Foroughbakhch P. R., Guzmán, M. A., & Alvarado, M. A. (2021). Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.), aprovechamiento tradicional en el norte de México. *Ciencia UANL*, 24(110), 19-28. doi: 10.29105/cienciauanl24.1|0-1
- Salazar-Ramírez, M. T., Preciado-Rangel, P., Fortis-Hernández, M., Rueda-Puente, E. O., Yescas-Coronado, P., & Orozco-Vidal, J. A. (2021). Plant growth-promoting rhizobacteria associated to candelilla rhizosphere (*Euphorbia antisyphilitica*) and its effects on *Arabidopsis thaliana* seedlings. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(2), 12294-12294. doi: 10.15835/nbha49212294
- SEMARNAT. (2003). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-018-SEMARNAT-1999. Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones técnicas y administrativas para realizar el

aprovechamiento sostenible de la hierba de candelilla, transporte y almacenamiento del cerote. Recuperado de <http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/normas-oficiales-mexicanas>

- SGM. (2021). Servicio Geológico Mexicano. Panorama Minero del Estado de Zacatecas. Recuperado de <http://www.sgm.gob.mx/pdfs/ZACATECAS.pdf>
- Toribio-Ferrer, E., & Villalón-Mendoza, H. (2022). Impacto del gradiente altitudinal en la producción de una plantación forestal comercial de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.), en Coahuila, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 18, 22-38. doi: 1033154/rlrn.2022.01.03.
- Villa-Castorena M., Catalán Valencia E. A., Inzunza Ibarra M. A., Román López A., & Estrada Ávalos J. (2008). *Técnicas de producción de plantas de candelilla por semilla, estaca e hijuelos*. Gómez Palacio: INIFAP.
- Villa-Castorena, M., Catalán-Valencia, E. A., Inzunza-Ibarra, M. A., González-López, M. D. L., & Arreola-Ávila, J. G. (2010). Producción de plántulas de Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.) mediante estacas. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 16(1), 37-47. doi: 10.5154/r.rchscfa.2009.07.027
- Villavicencio-Gutiérrez, E. E., Cano-Pineda, A., Castillo-Quiroz, D., Hernández-Ramos, A., y Martínez-Burciaga, O. U. (2021). Manejo forestal sustentable de los recursos no maderables en el semidesierto del norte de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 12, 31-63. doi: 10.29298/rmcf.v12iEspecial-1.1083
- Walpole, E. R.; Myers, R. H.; Myers, L. S. & Ye, K. (2007). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. (8ª. ed.). Ciudad de México: Pearson educación.
- Zar, J. H. (1999). *Biostatistical analysis*. (4ª. ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Zamora-Martínez, M. C., J. M. Torres R., L. I. Zamora-Martínez. (2001). Análisis de la información sobre productos forestales no madereros en México. Reporte del Proyecto Información y Análisis para el Manejo Forestal Sostenible: Integrando Esfuerzos Nacionales e Internacionales en 13 Países Tropicales en América Latina. FAO. Santiago de Chile. 120 p. Recuperado de <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005181/ProductosForestales/MexicoPF.pdf>