

Estimación de biomasa en áreas con potencial alto de *Euphorbia antisiphilitica* Zucc. en el centro y sur de Coahuila, México.

Biomass estimation in areas with high potential of *Euphorbia antisiphilitica* Zucc. in central and southern Coahuila, Mexico

Adrián Hernández-Ramos¹, Antonio Cano-Pineda¹, Jonathan Hernández-Ramos², Julio C. Ríos-Saucedo^{3*}, Xavier García-Cuevas²

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)-Campo Experimental Saltillo.

² INIFAP-Campo Experimental Chetumal.

³ INIFAP-Campo Experimental Valle de Guadiana

*Autor para correspondencia: j_riossaucedo@outlook.com

RESUMEN

México es un país con una gran superficie de regiones desérticas, donde el material vegetal predominante en dichas áreas es el matorral xerófilo, entre las especies más importantes de recurso no maderables se encuentra la candelilla, ya que su aprovechamiento se limita principalmente a la obtención de cera, la cual tiene aplicaciones industriales, cosméticas y alimentarias. La cosecha desmesurada de este recurso ha hecho que la cantidad de individuos haya disminuido drásticamente lo cual hace que cada vez sea más difícil su acceso, además que pone en peligro la especie. Para mitigar la sobreexplotación, es de gran importancia la implementación de plantaciones forestales comerciales, para ello se debe comparar la biomasa producida en áreas con diferencias en las condiciones en las que se desarrolla. Se tomaron 1,083 muestras donde se aplicó un análisis de varianza, para determinar si existen diferencias significativas entre las zonas estudiadas. Con este análisis se detectaron 3 grupos principales en diferentes regiones del área estudiada, los valores de biomasa entre zonas oscilaron entre 1.722 y 0.657 kg individuo⁻¹, Las zonas que tienen diferencias significativas, tienen valores muy contrastantes, donde estas variaciones dependen de condiciones bióticas y abióticas, sin embargo, estas variaciones están dadas principalmente por factores ambientales y del suelo.

Palabras clave: Candelilla, Diferencias, Grupos

ABSTRACT

México is a country with a large area of desert regions, where the predominant plant material in these areas is the xerophytic scrub, among the most important species of non-timber resources is the candelilla, since its use is mainly limited to obtaining wax, which has industrial, cosmetic and food applications.

The excessive harvest of this resource has meant that the number of individuals has drastically decreased, which makes their access more and more difficult, as well as endangering the species. To mitigate overexploitation, the implementation of commercial forest plantations is of great importance, for this the biomass produced in areas with differences in the conditions in which it develops must be compared. 1,083 samples were taken where an analysis of variance was applied to determine if there are significant differences between the studied areas. With this analysis, 3 main groups were detected in different regions of the studied area. The biomass values between zones ranged between 1,722 and 0.657 kg individual⁻¹. The zones that have significant differences have very contrasting values, where these variations depend on biotic conditions. and abiotic, however, these variations are mainly due to environmental and soil factors.

Keywords: Candelilla, differences, group.

INTRODUCCIÓN

Una gran extensión territorial de México está abarcada por regiones áridas y semiáridas, estas áreas representan aproximadamente un 54.3% de la superficie total (Cervantes, 2002). El tipo de vegetación predominante en las zonas desérticas de México es el matorral xerófilo, el cual se extiende hasta 5,721,745.0 hectáreas, área que representa un 29.7% de la superficie del país (Challenger y Soberón, 2008).

Estas regiones son una gran fuente de recursos forestales no maderables como ceras, fibras, leña, polímeros, entre otros. Entre el principal material vegetal, se encuentra la candelilla ya que este es un recurso el cual tiene la ventaja de desarrollarse en ecosistemas áridos y semiáridos de México. Es cultivada principalmente para la obtención de su cera, esta tiene un gran valor en diversas actividades económicas como son la alimentación, cosméticos y aplicaciones industriales, siendo su principal uso en recubrimientos de frutas y hortalizas, adhesivos, selladores y abrillantadores (De Leán-Zapata & Aguilar, 2018). Esta especie tiene una amplia distribución en los estados de Coahuila, Chihuahua, Durango y Zacatecas y con menor proporción en Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí (Vargas-Piedra et al., 2020). y que presenta rendimientos en producción variados de acuerdo con las condiciones bióticas y abióticas en las que se desarrolla (FAO, 2004; Limones-Rubio et al., 2015).

Se estima que en el norte del país existen 8 millones de hectáreas que son potencialmente aptas para el desarrollo de candelilla, producción la cual proviene principalmente (80%) del estado de Coahuila. A pesar de ello, al ser un recurso de gran relevancia, este tiende a ser sobre utilizado, impactando negativamente en la cantidad de individuos por hectárea de la especie, por lo cual es de gran importancia considerar la reforestación de la misma mediante plantaciones controladas (González López et al., 2022).

Con el paso del tiempo se ha reducido drásticamente la superficie de distribución espacial natural de candelilla, por ello, cada vez es más difícil el acceso a las áreas que eran consideradas potencialmente productora, esto ocasiona que cada vez sea menos rentable la recolección de cerote para los productores primarios. Por ello, es de gran importancia establecer plantaciones forestales comerciales, lo cual podría reducir en gran medida el

impacto ocasionado por la sobreexplotación del recurso en áreas naturales (Darío González López et al., 2022).

Debido a lo anterior, se estableció como objetivo determinar la cantidad de biomasa producida de candelilla en áreas naturales en seis municipios del estado de Coahuila, México, con el propósito de clasificar las regiones más productivas para su correcto aprovechamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área estudiada abarcó los municipios de Cuatro Ciénegas, Parras de la Fuente, Ramos Arizpe, San Pedro de las Colonias, Sierra Mojada y Viesca, los cuales están ubicados en la parte centro y sur del Estado de Coahuila. Las diez poblaciones naturales seleccionadas se localizaron en predios con programa de manejo forestal vigente de candelilla (Figura 1). El clima predominante en las poblaciones se caracteriza por ser del tipo árido y semiárido (Bs) y muy árido (Bw), con temperaturas medias anuales de 18 a 22 °C y precipitación anual desde 100 a 400 mm (INEGI, 2007). La altitud del área se encuentra entre los 950 a 1,500 m sobre el nivel del mar. La vegetación correspondiente al área es matorral desértico micrófilo y rosetófilo (INEGI, 2016).

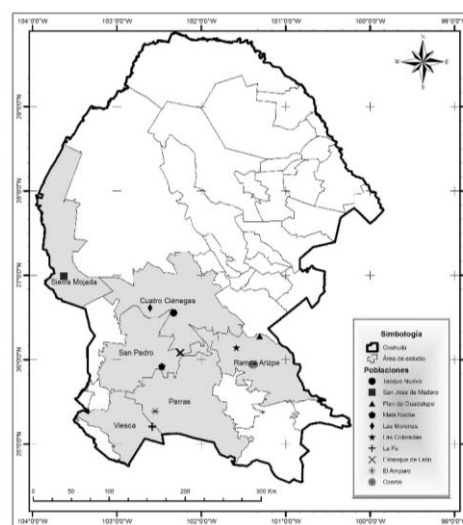


Figura 1. Distribución geográfica de las poblaciones naturales de *Euphorbia antisiphilitica* Zucc., muestreadas en el estado de Coahuila, México.

Toma de datos en campo

En las poblaciones naturales seleccionadas de candelilla (Figura 1) los datos de campo fueron tomados mediante un muestreo destructivo (DPA) donde cada individuo fue cosechado para cuantificar la biomasa total verde (Btv) (kg individuo⁻¹), utilizando una báscula Torrey de 0.005 kg de precisión (Winck et al., 2015; Hernández-Ramos et al., 2017; Flores et al., 2018; Villavicencio et al., 2018). La muestra fue conformada por 1,083 individuos distribuidos de una forma que abarcaran la mayor variabilidad de condiciones de crecimiento y de dimensiones de la especie existentes en las diez poblaciones muestreadas, lo cual aumenta la homogeneización de los datos obtenidos a través de las variables cuantificadas.

Análisis estadístico

Agrupación de datos. Los municipios se agruparon en relación con la producción de biomasa mediante un análisis de varianza (ANOVA), tomando cada municipio como factor primario y la variable de respuesta la biomasa verde. Posterior al análisis de significancia entre los seis municipios, se realizó el contraste de medias mediante la técnica de la Diferencia Mínima Significativa o método LSD (Least Significant Difference), que consiste en la prueba de hipótesis por parejas de la forma $H_0: \mu_i = \mu_j$; $H_1: \mu_i \neq \mu_j$. Por lo tanto, las medias fueron estadísticamente diferentes si $(\bar{y}_i - \bar{y}_j) > LSD$, donde la mínima diferencia significativa (LSD) está dada por:

$$LSD = t_{\alpha/2; N-1} \sqrt{\hat{s}_R^2 \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)},$$

siendo n_i y n_j el número de observaciones correspondientes a cada medida, $N - 1$ el número de grados de libertad y $t_{\alpha/2; N-1}$ el valor crítico de la distribución t con $N - 1$ grados de libertad que deja una probabilidad a su derecha igual a $\alpha/2$ (Williams y Abdi, 2010). Finalmente, se realizó la agrupación de medias por municipios (Statistical Analysis Systems Institute Inc., [SAS], 2017).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar el análisis de varianza de las 1,083 muestras se obtuvo como resultado (Figura 1) que, en la producción de biomasa entre los municipios y las poblaciones, hay diferencias significativas, y en ambos casos el error de tipo III es significativo ($\alpha=0.0001$). por otra parte, los datos obtenidos

mediante diferencia mínima significativa (LSD), señala que existe una agrupación de los municipios en tres grupos los cuales están agrupados de acuerdo con la Btv producida por cada individuo. El primer grupo identificado (GI) consta del municipio de Parras de la Fuente (El Amparo) siendo la mayor media registrada 1.722 kg individuo⁻¹, las poblaciones de los municipios de San Pedro (Mala Noche), Cuatro Ciénegas (Estanque de León, Las Morenas y Tanque Nuevo), Ramos Arizpe (Las Coloradas, Plan de Guadalupe y Cosme) y Viesca (La Fe), con medias sin diferencia significativa (1.046, 0.924, 0.917 y 0.809 kg individuo⁻¹ respectivamente) conforman el segundo grupo (GII); el tercer grupo identificado (GIII) está conformado por el municipio de Sierra Mojada con 0,657 kg individuo⁻¹

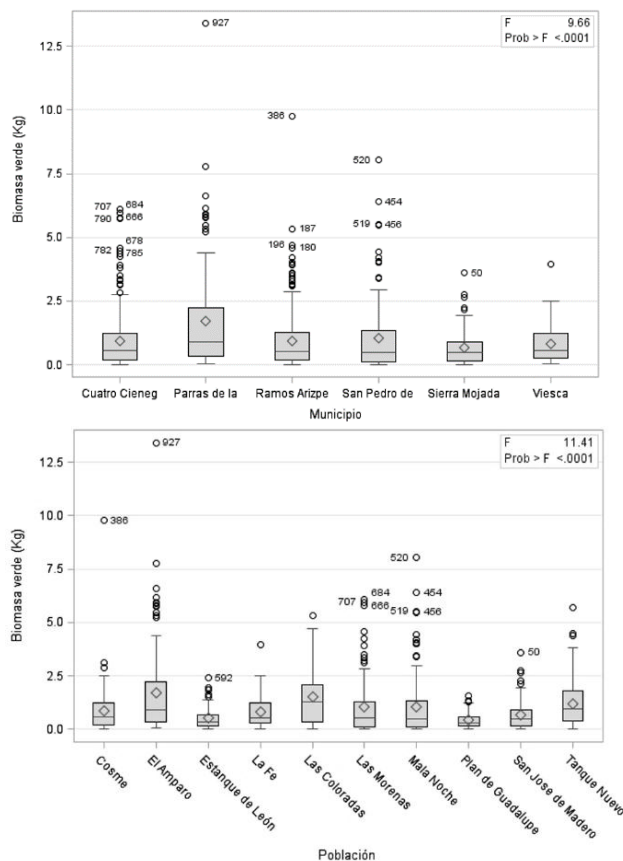


Figura 1. Biomasa verde promedio por municipio (A) y por población (B) de *Euphorbia antisiphilitica* en Coahuila, México.

El valor más alto de biomasa fue obtenido en el municipio de Parras de la Fuente el cual conforma al primer grupo (GI), para en caso de los valores más bajos de biomasa producida, fueron obtenidos en la



población de San José de Madero el cual pertenece al tercer grupo (GIII), en el segundo grupo (GII) los municipios con mayor producción de biomasa fueron El Amparo (1.722 kg individuo⁻¹) y Las Coloradas (1.507 kg individuo⁻¹), en el mismo grupo, las poblaciones menos productivas fueron San José de Madero (0.657 kg individuo⁻¹), Estanque de León (0.526 kg individuo⁻¹) y Plan de Guadalupe (0.42 kg individuo⁻¹).

Las diferencias entre la cantidad de biomasa evaluada en cada entidad, se deben a diversas condiciones, principalmente abióticas, entre las más importantes se encuentran las condiciones climáticas y topológicas, dichas condiciones generan patrones específicos espaciales y temporales dependiendo del área, estos patrones se ven reflejados en la distribución de las especies del área, que en este caso la candelilla se ve afectada en su biomasa (Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008; Arato et al., 2014). Sin embargo este comportamiento no es exclusivo de la candelilla, también otras especies en el área se ven afectadas por estas condiciones (Becerra-López et al., 2020). la diferencia ente la producción de biomasa, así como la cantidad de individuos de los diferentes municipios, depende también de la competencia de nutrientes por parte de otras especies silvestres, sienta también la actividad humana un factor determinante, mejorando en gran medida en áreas con alta actividad silvícola (Méndez et al., 2012).

CONCLUSIONES

Las diferencias entre la cantidad de biomasa evaluada en cada entidad, se deben a diversas condiciones, principalmente abióticas, entre las más importantes se encuentran las condiciones climáticas y topológicas, dichas condiciones generan patrones específicos espaciales y temporales dependiendo del área, estos patrones se ven reflejados en la distribución de las especies del área, que en este caso la candelilla se ve afectada en su biomasa (Tapia-Tapia y Reyes-Chilpa, 2008; Arato et al., 2014). Sin embargo este comportamiento no es exclusivo de la candelilla, también otras especies en el área se ven afectadas por estas condiciones (Becerra-López et al., 2020). la diferencia ente la producción de biomasa, así como la cantidad de individuos de los diferentes municipios, depende

también de la competencia de nutrientes por parte de otras especies silvestres, sienta también la actividad humana un factor determinante, mejorando en gran medida en áreas con alta actividad silvícola (Méndez et al., 2012).

LITERATURA CITADA

- Arato, M., Speelman, S. y Van, H. G. (2014). The contribution of non-timber forest products towards sustainable rural development: The case of Candelilla wax from the Chihuahuan Desert in Mexico. *Natural Resources Forum*, 38(2), 141–153.
- Becerra-López, J. L., Rosales-Serna, R., Ehsan, M., Becerra-López, J. S., Czaja, A., Estrada-Rodríguez, J. L., Romero-Méndez, U., Santana-Espinosa, S., Reyes-Rodríguez, C. M., Ríos-Saucedo, J. C., & Domínguez-Martínez, P. A. (2020). Climatic Change and Habitat Availability for Three Sotol Species in México: A Vision towards Their Sustainable Use. *Sustainability* 2020, Vol. 12, Page 3455, 12(8), 3455. <https://doi.org/10.3390/SU12083455>
- Darío González López, H., Valencia, S., Dino, M., & Uribe, U. G. (2022). Tabla de rendimiento de biomasa para *Euphorbia antisiphilitica* al norte de Zacatecas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, ISSN 2007-0934, Vol. 13, No. 3, 2022, Págs. 443-453, 13(3), 443–453. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8442634&info=resumen&idioma=MUL>
- De Leán-Zapata, M. A., & Aguilar, C. N. (2018). Extraction Methods and Common Uses of Candelilla Wax. *Food Process Engineering and Quality Assurance*, 505–524. <https://doi.org/10.1201/9781315232966-18>
- Flores, M. F., Vega-Nieva, D. J., Corral-Rivas, J. J., Álvarez-González, J. G., Ruiz-González, A. D., López-Sánchez, C. A. y Carrillo, A. (2018). Desarrollo de ecuaciones alométricas de biomasa para la regeneración de cuatro especies en Durango, México. *Rev. Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(46), 157-185. Doi: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.119>



- González López, H. D., Valencia Manzo, S., & González Uribe, D. U. (2022). Tabla de rendimiento de biomasa para *Euphorbia antisiphilitica* al norte de Zacatecas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(3), 443–453.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v13i3.2908>
- Hernández-Ramos, J., Santos-Posadas, H. M., Valdez-Lazalde, J. R., Tamarit-Urias, J. C., Ángeles-Pérez, G., Hernández-Ramos, A., Peduzzi, A. y Carrero, O. (2017). Biomasa aérea y factor de expansión en plantaciones forestales comerciales de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. *Agrociencia*, 51(8), 921-938.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2016). Conjunto de datos vectoriales de Uso del suelo y vegetación. Escala 1:250000. Serie VI. Capa