



DOI: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i64.797>

Nota de Investigación

Especies del género *Quercus*, su distribución y volumen de madera en Tlaquilpa, Veracruz

Species of the *Quercus* genus, its distribution and timber volume in Tlaquilpa, Veracruz

Andrés Flores^{1*} y Jesús Octavio Romero García²

Abstract

The conservation of oak forests in the state of Veracruz demands programs based on information about their species ecology and their distribution. Knowing which are the sites that harbor this genus is a necessity to select and prioritize the populations that must be protected. However, a broader effort is still required in the field to identify the locations where each species grows. The present work was carried out with the aim of defining which are the oak species that are distributed in the Tlaquilpa municipality at the Sierra de Zongolica, Veracruz, and their volumes of timber production (m³). Results indicate that there are six species of oak: *Quercus laurina*, *Q. crassifolia*, *Q. rugosa*, which are widely distributed, and have a high volume of timber production; while *Q. candicans*, *Q. glabrescens* and *Q. scytophylla* have a more restricted distribution and gather less volume. The oak species identified in the municipality have constant participation in productive activities. However, they must have a conservation program to guarantee their permanence in the face of human activities that diminish their potential. This information is relevant not only in conservation programs, but also in forest management activities.

Key words: Forest resources conservation, oak, forest management sustainable, forest production, Semarnat, Sierra of Zongolica.

Resumen

La conservación de los bosques de encino en Veracruz demanda programas basados en el conocimiento de la ecología y distribución de las especies. Saber cuáles son los sitios que albergan a este género es una necesidad para seleccionar y priorizar las poblaciones por mantener. No obstante, aún se requiere de un esfuerzo más amplio en campo que permita identificar las localidades en las que crece cada taxón. El presente trabajo se realizó con el propósito de definir cuáles son las especies de encino que se distribuyen en el municipio Tlaquilpa, localizado en la Sierra de Zongolica, Veracruz, así como determinar sus volúmenes de producción maderable (m³). Los resultados indicaron la presencia de seis taxa: *Quercus laurina*, *Q. crassifolia*, *Q. rugosa* que son de amplia distribución en el área de estudio, y alto volumen de producción maderable; mientras que, *Q. candicans*, *Q. glabrescens* y *Q. scytophylla* son de distribución más restringida y reúnen menor volumen. Los taxones identificados en el municipio tienen constante participación en las actividades productivas. No obstante, requieren de un programa de conservación para garantizar su continuidad ante las actividades humanas que disminuyen su potencial. Esta información es relevante no solo en los programas de conservación, sino también en las actividades de gestión forestal.

Palabras clave: Conservación de recursos forestales, encino, gestión forestal sostenible, producción maderable, Semarnat, Sierra de Zongolica.

Fecha de recepción/Reception date: 6 de junio de 2020.

Fecha de aceptación/Acceptance date: 9 de noviembre de 2020.

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales. INIFAP. México.

² Asesoría Forestal Especializada, A.C. México.

*Autor por correspondencia; correo-e: flores.andres@inifap.gob.mx

En México se tiene consignada una tercera parte de los encinos del mundo, aproximadamente; es decir, 161 especies, de las cuales 109 son endémicas por lo que el país es considerado el mayor centro de diversidad de *Quercus* (Valencia-Á. y Gual-Díaz, 2014; Wehenkel *et al.*, 2017). Estos se distribuyen en un intervalo altitudinal amplio, de 0 a 3 100 m (Rzedowski, 1978) y conforman bosques de encino, encino-pino y pino-encino en los climas templado, cálido y semihúmedo (Rodríguez y Romero, 2007); también están presentes en el bosque tropical perennifolio, el bosque mesófilo de montaña y en las zonas semiáridas (Rzedowski, 1978).

En el estado de Veracruz, los bosques con especies de encino cubren 55 974.9 ha (Márquez y Márquez, 2009). A pesar de que existen muestreos en ese tipo de vegetación, se están realizando nuevos registros para el estado, tales como *Quercus furfuracea* (Liebm.) Oerst. (Castillo-Hernández y Flores-Olvera, 2017), por lo que es necesario continuar con la determinación de los taxones y sus sitios de distribución. En las sierras de Orizaba y Zongolica se extienden amplias superficies continuas, así como fragmentos de macizos forestales importantes de bosques de pino, encino y pino-encino (Gerez-Fernández y Pineda-López, 2011). Lo anterior hace que la gestión forestal sea trascendente en esas zonas; además forman parte del uso de los recursos naturales, que benefician a los pobladores a través de la extracción de madera y la producción de servicios ecosistémicos.

Para el género *Quercus*, la región de Tlaquilpa, en la Sierra de Zongolica, es un ejemplo de cómo las actividades ilegales del hombre afectan las áreas boscosas, que están constantemente alteradas por labores agrícolas y pecuarias. Para su recuperación se requiere la implementación de programas de restauración ecológica (Uribe-Salas *et al.*, 2018), basados en la identificación de las especies, distribución y otras características ecológicas, como estructura de tamaños, distribución espacial o regeneración. La distribución natural interespecífica del género *Quercus* no es del todo conocida en la zona y existen áreas que no han sido estudiadas. Por ello, los objetivos que se plantearon en el presente trabajo consistieron en determinar las

especies de encino y su distribución en predios de Tlaquilpa, Veracruz, y estimar la biomasa por hectárea de los bosques en los predios muestreados.

El trabajo se desarrolló en cinco predios de Tlaquila, Veracruz; municipio que se localiza entre los 18°34' y 18°39' N y los 97°02' y 97°09' O, a una altitud de 1 840 a 2 700 m, y cubre una superficie de 57.2 km², de los cuales 29.6 km² son de agricultura, 13.3 km² de bosque y 14.4 km² de vegetación secundaria (Figura 1); el clima es templado húmedo con abundantes lluvias en verano (94 %), templado subhúmedo con lluvias en verano (5 %) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (1 %) (Sefiplan, 2016).

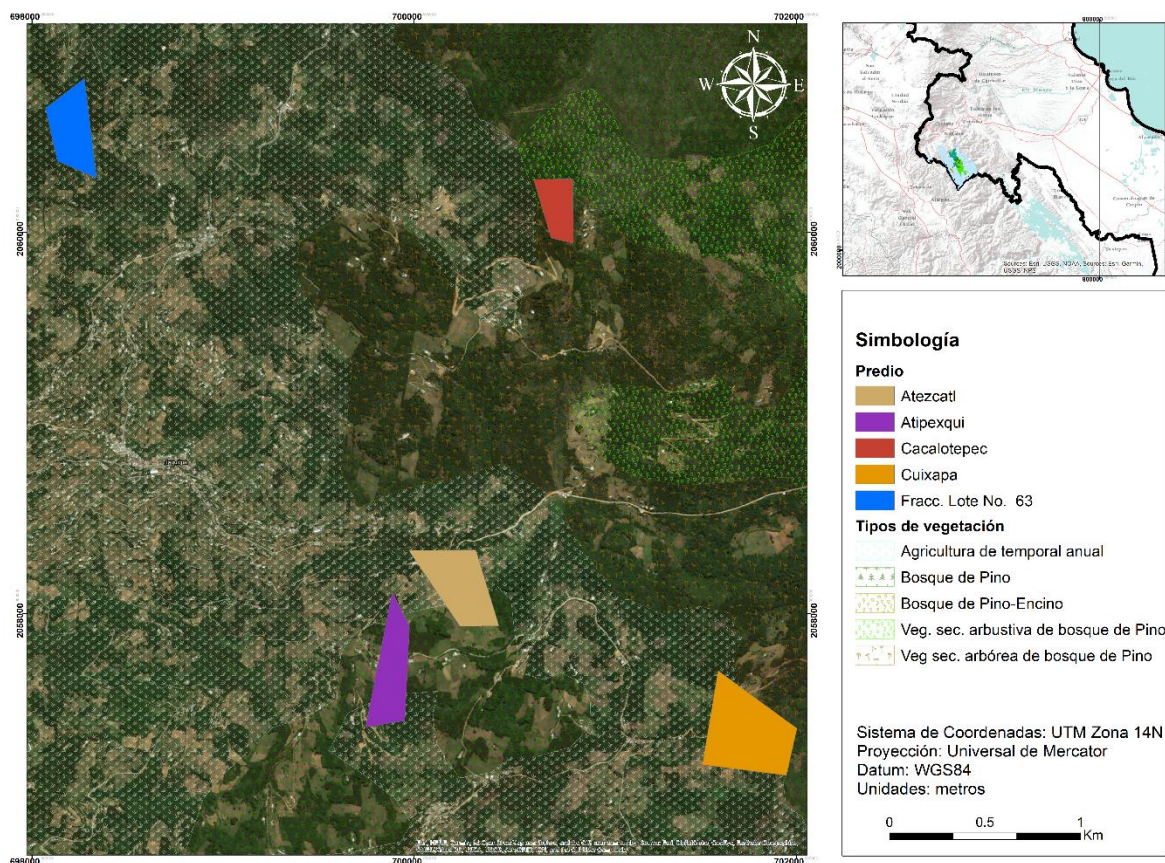


Figura 1. Ubicación geográfica de los predios muestreados del género *Quercus*.

La recolección de muestras botánicas se realizó en los predios ubicados dentro de la distribución natural de *Quercus*, en diferentes altitudes (Cuadro 1), por lo que se consideró que fueron representativos de los taxones que existen en el área de estudio. Los sitios seleccionados no presentaron intervenciones silvícolas severas e impactos en la vegetación, ya que están bajo el cuidado de los poseedores de los predios. Los materiales recolectados se etiquetaron, secaron y llevaron al Herbario XAL del Instituto de Ecología, A. C. en Xalapa, Veracruz para su identificación botánica.

Cuadro 1. Sitios de recolecta de muestras botánicas del género *Quercus* en Tlaquilpa, Veracruz.

Predio	Latitud N	Longitud O	Altitud (m)
Atipexqui	18°36'16"	97°06'20"	2 135
Atezcatl	18°36'23"	97°06'17"	2 186
Cuixapa	18°36'02"	97°05'22"	2 275
Frac. Lote 63	18°37'39"	97°07'21"	2 504
Cacalotepec	18°37'26"	97°05'47"	2 536

En cada predio se calculó la superficie arbolada y se distribuyeron, de manera sistemática, sitios de muestreo de dimensiones variables; es decir, la superficie del sitio dependió, principalmente, del diámetro medio de los árboles por inventariar y del factor de área basal (SARH, 1985), con un factor de área basal de 1. En los sitios, con el uso de un relascopeo simplificado se contabilizó el número de individuos que cumplieron la condición de *Bitterlich*; por ello, solo se consideran los árboles cuyo diámetro normal quedó comprendido total o tangencialmente por la proyección del

ángulo (SARH, 1985); la altura total se midió con una pistola *Haga*, el diámetro normal (1.3 m a partir de la base del suelo) y el área basal de cada especie, con forcípula. Con base en esta información se determinaron las existencias maderables (m³) de forma tradicional, mediante la cubicación de cada árbol a partir de los datos de altura, diámetro, área basal y coeficiente mórfico. Este último se calculó, previamente, por el personal de Asesoría Forestal Especializada, A.C.

Se identificaron seis especies de encino, de las cuales *Quercus laurina* Bonpl. (encino delgadillo), *Q. crassifolia* Bonpl. (encino negro) y *Q. rugosa* Née (encino amarillo) registraron mayor amplitud de distribución; mientras que *Q. candicans* Née (encino roble), *Q. glabrescens* Benth. (encino ahuehuete) y *Q. scytophylla* Liebm. (encino cenizo) tuvieron una distribución más restringida (Figura 2). Se observó a *Q. laurina* en todos los predios (árboles de 15 a 70 cm de diámetro); *Q. rugosa* y *Q. crassifolia* en cuatro (árboles de 15 a 60 y 15 a 65 cm de diámetro, respectivamente); *Q. candicans* se identificó en dos predios (árboles de 15 a 50 cm de diámetro); y *Q. glabrescens* y *Q. scytophylla* solo en uno (árboles de 20 a 25 y de 25 cm de diámetro, respectivamente).



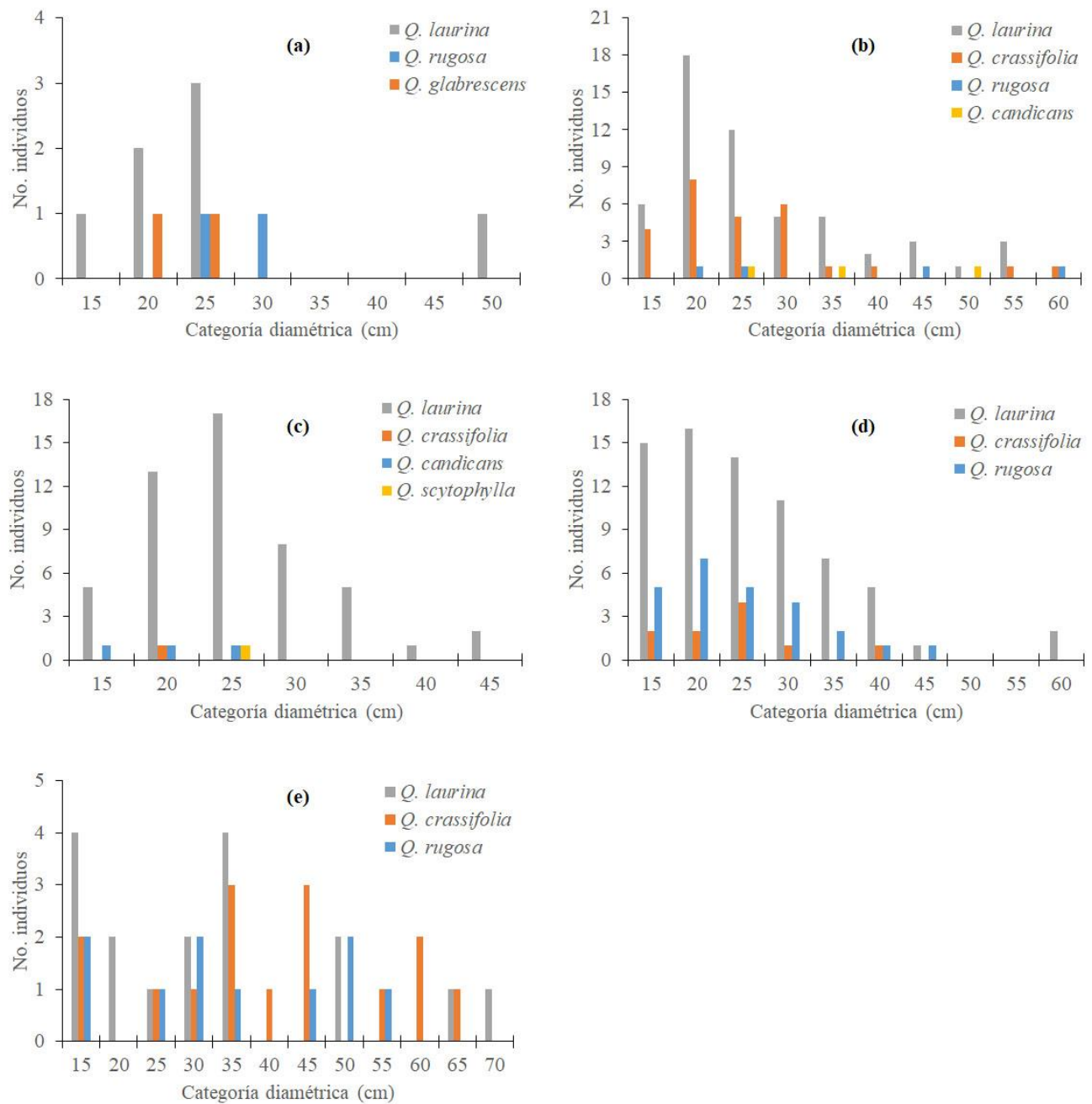


Figura 2. Densidad de individuos por categoría de diámetro de las especies de *Quercus* en predios de Tlaquilpa, Veracruz: (a) Atipexqui, (b) Atezcatl, (c) Cuixapa, (d) Fracción Lote 63 y (e) Cacalotepec.

En la Figura 2 se observa que hay individuos de *Q. laurina*, *Q. rugosa* y *Q. crassifolia* en las categorías diamétricas definidas (15 a 70 cm), pero la mayoría se concentró en las primeras cuatro (15 a 30 cm); mientras que, *Q. candicans*, *Q. glabrescens* y *Q. scytophylla* se mantuvieron en las categorías menores (15 a 35 cm); por lo tanto, en los predios muestreados predominaron las clases diamétricas pequeñas. Esto implica que las poblaciones de encino muestreadas han regenerado más árboles, y actualmente se caracterizan por la pirámide de población de los bosques naturales (Morgenstern, 1996) que corresponde a más individuos jóvenes y menos ejemplares maduros.

Las especies tuvieron diferentes volúmenes por hectárea (Cuadro 2). *Q. laurina*, *Q. rugosa* y *Q. crassifolia* resultaron las de mayor producción total (476.047, 245.016 y 143.147 m³, respectivamente); *Q. candicans*, *Q. glabrescens* y *Q. scytophylla* las de menor (26.881, 10.784 y 3.210 m³, respectivamente).



Cuadro 2. Biomasa de las especies de *Quercus* en cinco predios de Tlaquilpa, Veracruz.

Predio	Rodal-Subrodal	Superficie (ha)	Especie	A.B. (m² ha⁻¹)	ERT[¶] (m³)
Atipexqui	I-1	0.7200	<i>Q. laurina</i>	7.000	41.460
			<i>Q. rugosa</i>	2.000	12.873
			<i>Q. glabrescens</i>	2.000	10.784
Atezcatl	II-1	0.5872	<i>Q. laurina</i>	3.000	24.095
			<i>Q. rugosa</i>	1.333	7.380
			<i>Q. crassifolia</i>	8.500	63.637
			<i>Q. candicans</i>	0.833	3.146
	II-2	0.6672	<i>Q. rugosa</i>	22.000	158.974
Cuixapa	III-1	0.6834	<i>Q. laurina</i>	13.500	106.656
			<i>Q. crassifolia</i>	1.000	7.088
			<i>Q. candicans</i>	2.000	15.062
	III-2	1.0032	<i>Q. laurina</i>	14.500	103.960
			<i>Q. candicans</i>	1.000	8.673
			<i>Q. scytophylla</i>	1.000	3.210
Frac. Lote 63	IV-1	0.4563	<i>Q. laurina</i>	13.330	75.266
			<i>Q. rugosa</i>	4.167	20.370
			<i>Q. crassifolia</i>	4.667	25.009
	IV-2	1.4356	<i>Q. laurina</i>	13.000	86.499
			<i>Q. rugosa</i>	5.500	36.832
			<i>Q. crassifolia</i>	2.000	13.257
Cacalotepec	V-1	0.8557	<i>Q. laurina</i>	3.125	11.759
			<i>Q. rugosa</i>	2.000	8.587
			<i>Q. crassifolia</i>	3.250	20.380
	V-2	0.6755	<i>Q. laurina</i>	3.000	26.352
			<i>Q. crassifolia</i>	2.000	13.776

¶ERT = Existencias rollo total, estimadas a partir de los datos de altura, diámetro, área basal y coeficiente mórfico.

Con base en el Cuadro 1, *Q. laurina*, *Q. rugosa*, *Q. crassifolia* y *Q. candicans* se distribuyen en la mayor parte del gradiente analizado (2 135 a 2 536 msnm); mientras que *Q. glabrescens* y *Q. scytophylla* solo en una parte (2 135 y 2 275 msnm, respetivamente). Se ha determinado que la distribución del género se asocia; de manera positiva, con la heterogeneidad topográfica (Uribe-Salas *et al.*, 2018); particularmente, *Q. laurina* es más abundante a mayor altitud (Huerta *et al.*, 2014). Los taxa de encino también están influenciados por la latitud, la cual tiene una correlación con sus rasgos morfológicos, como la reducción del tamaño de la hoja (Uribe-Salas *et al.*, 2008). A pesar de la importancia que guardan la altitud y la latitud sobre la ocurrencia y variación de las especies de encino, las variables climáticas del lugar tienen un papel relevante y, por consecuencia, influyen de manera significativa en la presencia del género en diferentes sitios.

Dado el potencial de distribución que tiene *Q. laurina* en el estado de Veracruz, es posible que existan condiciones favorables para mantenerse en sitios de baja humedad por efecto del cambio climático; lo que le permitirá conservarse en el futuro (Estrada-Contreras *et al.*, 2015). Otros taxones con la misma habilidad de adaptación son *Q. crassifolia* y *Q. rugosa*, ya que son moderadamente sensibles a este fenómeno (Galicia *et al.*, 2015).

La zona de estudio se destaca por estar incluida dentro de los estados del país y las regiones de mayor riqueza de encinos del Eje Neovolcánico Transversal (es decir, la región V) (Luna-José *et al.*, 2003; Valencia-Á. y Gual-Díaz, 2014). El número de taxa de encino y su densidad de individuos influyen en los procesos ecosistémicos del sitio que habitan y permiten albergar una alta diversidad de plantas epífitas, como los líquenes (Pérez-Pérez y Guzmán, 2015); animales como los artrópodos (Maldonado-López *et al.*, 2018); hongos y bacterias (Valencia-Á. y Gual-Díaz, 2014). No obstante, ese potencial constantemente está amenazado por actividades antropogénicas como el establecimiento de cultivos agrícolas (Pérez-Pérez y Guzmán, 2015) o el cambio de uso de suelo para el efectos urbanos (Flores *et al.*, 2018).

Por otra parte, las especies de encino identificadas en el presente trabajo también tienen gran importancia en la producción de otro tipo de bienes que se realiza de manera legal en los predios evaluados. Por ejemplo, *Q. laurina* y *Q. crassifolia* proveen de leña y materia prima para la elaboración de carbón, y su madera presenta propiedades químicas adecuadas como fuente de combustible, debido a su alto valor de calentamiento (Ruiz-Aquino *et al.*, 2015). Se estima que el consumo de carbón vegetal en el país aumentará de 1 a 158 % en 2030 (Serrano-Medrano *et al.*, 2014), por lo que una opción podría ser incrementar las superficies arboladas de encino y promover su gestión sostenible en las localidades de Tlaquilpa, de la Sierra de Zongolica, Veracruz. Otras características generales que destacan la importancia de los encinos son su uso medicinal y alimentario (*Q. candicans*, *Q. crassifolia* y *Q. rugosa*), para el curtido de pieles (*Q. candicans* y *Q. crassifolia*), artesanal (*Q. candicans*) y como forraje (*Q. candicans*, *Q. glabrescens*, *Q. laurina* y *Q. rugosa*) (Luna-José *et al.*, 2003).

En el estado de Veracruz se han realizado muestreos de la vegetación para la identificación de especies de encino, las cuales tienen importancia ecológica en las regiones donde se distribuyen. Sin embargo, se continúan haciendo nuevos registros, por lo que es necesario seguir con las exploraciones botánicas en zonas que no han sido totalmente muestreadas.

En Tlaquilpa se presentan seis taxa, de los cuales *Quercus laurina*, *Q. crassifolia* y *Q. rugosa* tienen distribución más amplia y mayor biomasa que *Q. candicans*, *Q. glabrescens* y *Q. scytophylla*. Estos taxa participan en la producción forestal de la zona de manera diferente, por ello es prioritario plantear programas para su conservación ante las actividades humanas que disminuyen su potencial; por ejemplo, el cambio de uso de suelo para la producción de cultivos agrícolas.

El conocimiento generado en este trabajo es relevante para la formulación de programas de conservación y para la dirección de actividades de gestión forestal. Se recomienda realizar estudios posteriores sobre diferentes aspectos ecológicos

(regeneración, demográficos, entre otros) de las seis especies determinadas, con el propósito de comprender la viabilidad de sus poblaciones presentes y futuras.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Programa para el Desarrollo Forestal (Prodefor), en el estado de Veracruz de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (antes SEMARNAP), por financiar la presente investigación; y al Dr. Martín Enrique Romero Sánchez, por la elaboración de la Figura 1.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Contribución por autor

Andrés Flores: planeación del trabajo, estructuración, análisis de la información y redacción del manuscrito; Jesús Octavio Romero García: planeación del trabajo y supervisión de la investigación.

Referencias

Castillo-Hernández, L. A. and H. Flores-Olvera. 2017. Floristic composition of the cloud forest of the Bicentenario Reserve, Zongolica, Veracruz, México. *Botanical Sciences* 95(3): 1–25. Doi: 10.17129/botsci.1223.

Estrada-Contreras, I., M. Equihua, G. Castillo-Campos and O. Rojas-Soto. 2015. Climate change and effects on vegetation in Veracruz, Mexico: an approach using ecological niche modelling. *Acta Botánica Mexicana* 112: 73–93.

Doi: 10.21829/abm112.2015.1090.

Flores, A., M. V. Velasco G., L. Muñoz G., T. Martínez T., M. Gómez C. y C. R. Castillo M. 2018. Especies arbóreas para conservar la biodiversidad en zonas urbanas. *Mitigación del Daño Ambiental Agroalimentario y Forestal de México* 4(5): 136–151.

https://www.researchgate.net/publication/329859297_TREE_SPECIES_FOR_BIODIVERSITY_CONSERVATION_IN_URBAN_ZONES (5 de febrero de 2020).

Galicia, L., C. Potvin and C. Messier. 2015. Maintaining the high diversity of pine and oak species in Mexican temperate forests: a new management approach combining functional zoning and ecosystem adaptability. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(10): 1358–1368. Doi: 10.1139/cjfr-2014-0561.

Gerez-Fernández, P. y M. del R. Pineda-López. 2011. Los bosques de Veracruz en el contexto de una estrategia estatal REDD+. *Madera y Bosques* 17(3): 7–27.

Doi: 10.21829/myb.2011.1731140.

Huerta M., F. M., J. E. Briones T., C. Neri L., A. Muñoz U. y V. C. Rosas E. 2014. Relaciones entre comunidades arbóreas, suelo y el gradiente altitudinal en el volcán de Tequila, Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 5(24): 202–215.

Doi:10.29298/rmcf.v5i24.329.

Luna-José, A. de L., L. Montalvo-Espinosa y B. Rendón-Aguilar. 2003. Los usos no leñosos de los encinos en México. *Botanical Sciences* 72: 107–117.

Doi:10.17129/botsci.1671.

Maldonado-López, Y., M. S. Vaca-Sánchez, A. González-Rodríguez, K. Oyama, E. López-Barbosa, M. Fagundes and P. Cuevas-Reyes. 2018. Hybridization increases canopy arthropod diversity in the *Quercus affinis* × *Quercus laurina* complex. *Journal of Insect Conservation* 22(5–6): 781–793. Doi: 10.1007/s10841-018-0103-7.

Márquez R., W. y J. Márquez R. 2009. Municipios con mayor biodiversidad en Veracruz. *Foresta Veracruzana*, 11(2): 43–50.

<https://www.semanticscholar.org/paper/MUNICIPIOS-CON-MAYOR-BIODIVERSIDAD-EN-VERACRUZ-Ram%C3%ADrez-Ram%C3%ADrez/214fde3d7c208d1e50b4fc65842f733fa7284f84> (5 de febrero de 2020).

Morgenstern, E. K. 1996. *Geographic variation in forest trees: genetic basis and application of knowledge in silviculture*. UBC Press. Vancouver, BC, Canada. 209 p.

Pérez-Pérez, R. E. and G. Guzmán. 2015. *Parmotrema* species in a cloud forest region turned into an urban zone in Xalapa, Veracruz, Mexico. *Bosque (Valdivia)* 36(3): 357–362. Doi: 10.4067/S0717-92002015000300003.

Rodríguez R., I. S., y S. Romero R. 2007. Arquitectura foliar de diez especies de encino (*Quercus*, Fagaceae) de México. *Acta Botánica Mexicana* 81: 9–34. Doi: 10.21829/abm81.2007.1049.

Ruiz-Aquino, F., M. M. González-Peña, J. I. Valdez-Hernández, U. S. Revilla and A. Romero-Manzanares. 2015. Chemical characterization and fuel properties of wood and bark of two oaks from Oaxaca, Mexico. *Industrial Crops and Products*, 65: 90–95. Doi: 10.1016/j.indcrop.2014.11.024.

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Ed. Limusa, México, D. F., México. 432 p.

Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH). 1985. *Normas mínimas de calidad para la formulación de estudios dasonómicos en bosques*. México, D. F., México, 298 p.

Secretaría de Finanzas y Planeación (Sefiplan). 2016. Tlaquilpa.

<http://ceieg.veracruz.gob.mx/wp-content/uploads/sites/21/2016/05/Tlaquilpa.pdf> (8 de junio de 2020).

Serrano-Medrano, M., T. Arias-Chalico, A. Ghilardi and O. Masera. 2014. Spatial and temporal projection of fuelwood and charcoal consumption in Mexico. *Energy for Sustainable Development* 19: 39–46. Doi: 10.1016/j.esd.2013.11.007.

Uribe-Salas, D., C. Sáenz-Romero, A. González-Rodríguez, O. Téllez-Valdéz and K. Oyama. 2008. Foliar morphological variation in the white oak *Quercus rugosa* Née (Fagaceae) along a latitudinal gradient in Mexico: Potential implications for management and conservation. *Forest Ecology and Management*, 256(12): 2121–2126. Doi: 10.1016/j.foreco.2008.08.002.

Uribe-Salas, D., M. L. España-Boquera y A. Torres-Miranda. 2018. Aspectos biogeográficos y ecológicos del género *Quercus* (Fagaceae) en Michoacán, México. *Acta Botánica Mexicana* (126): e1342. Doi: 10.21829/abm126.2019.1342.

Valencia-Á., S. y M. Gual-Díaz. 2014. La familia Fagaceae en el bosque mesófilo de montaña de México. *Botanical Sciences* 92(2): 193–204. Doi: 10.17129/botsci.45.

Wehenkel, C., S. del R. Mariscal L., J. P. Jaramillo C., C. A. López S., J. J. Vargas H. y C. Sáenz R. 2017. Genetic diversity and conservation of Mexican forest trees. *In*: Ahuja, M. and S. Jain (eds.). *Biodiversity and conservation of woody plants. sustainable development and biodiversity*. Springer International Publishing. Cham, Switzerland. pp. 37–67.



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.