

Biogeografía

Distribución de *Ormosia macrocalyx* en México y delimitación de sus áreas de ocupación

Distribution of Ormosia macrocalyx in Mexico and delimitation of its occupation areas

Georgina Vargas-Simón ^{a, b}, Manuel Lorenzo Núñez-Piedra ^c, Marivel Domínguez-Domínguez ^{d, *},
Wiliam René Alegría-González ^a y Pablo Martínez-Zurimendi ^{b, e}

^a División Académica de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Km 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, 86090 Villahermosa, Tabasco, México

^b Instituto de Gestión Forestal Sostenible, Universidad de Valladolid-Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Av. Madrid 44, 34004 Palencia, España

^c Comisión Estatal Forestal, Gobierno del Estado de Tabasco, Calle Ernesto Malda Núm. 404, Colonia Lindavista, 86050 Villahermosa, Tabasco, México

^d Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Perif. Carlos A. Molina, Km. 3.5, Carr. Cárdenas-Huimanguillo, Apartado postal 24, 86500 H. Cárdenas, Tabasco, México

^e El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Villahermosa-Reforma, Km 15.5 Ranchería Guineo, II sección, 86280 Villahermosa, Tabasco, México

*Autor para correspondencia: mdguez@colpos.mx (M. Domínguez-Domínguez)

Recibido: 3 agosto 2017; aceptado: 12 junio 2018

Resumen

Se analizó la distribución geográfica ecológica de *Ormosia macrocalyx* Ducke para delimitar las áreas de ocupación (AO) en México, con el fin de reconocer los requisitos ecológicos de esta especie arbórea, que pueden contribuir al desarrollo y establecimiento de programas de protección. Se obtuvieron todos los registros georreferenciados de la especie en herbarios internacionales, nacionales e inventarios forestales nacionales. Cada punto fue correlacionado con las bases de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía para obtener las variables ecológicas con las cuales se elaboraron los mapas de las AO delimitadas mediante el “método cartográfico por conglomerados”. La especie se distribuye en los estados sureños de México, se localiza en zonas de alta precipitación (≥ 800 mm), en elevaciones menores de 1,150 m snm y principalmente en suelos gleysoles. Se le ha registrado en remanentes de selvas, en agroecosistemas y como individuos aislados en áreas abiertas. Se delimitaron 5 AO y 6 satélites, las 2 áreas más grandes se ubican dentro de Tabasco y Chiapas, y se concluye que es una especie vulnerable por su hábitat especializado y la fragmentación de los ecosistemas.

Palabras clave: Corredores biológicos; Especie amenazada; Método cartográfico por conglomerados; Requerimientos ecológicos

Abstract

The geographic-ecological distribution of *Ormosia macrocalyx* Ducke was analyzed to delimit the occupation areas (AO) in Mexico, in order to recognize the ecological requirements of this tree species, which can contribute to the development and establishment of appropriate protection programs. All georeferenced species records were obtained from national and international herbaria as well as national forest inventories. Each record was correlated with the ecological variables from database of National Commission for the Knowledge and Use of Biodiversity and National Institute of Statistics and Geography and maps of the AO were drawn up. The AO were calculated and delimited by the Cartographic method by conglomerates. This species is distributed in the southern states of Mexico, occupying zones of high precipitation (≥ 800 mm), at elevations lower than 1,150 m asl and mainly on Gleysol soils. It has been recorded in forest remnants in agroforestry systems and as isolated individuals. Five AO and 6 satellites were delimited, the 2 largest areas located within Tabasco and Chiapas. Due to its specialized habitat and the fragmented ecosystems in which it is found, this species can be categorized as vulnerable.

Keywords: Biological corridors; Threatened species; Cartographic method by conglomerates; Ecological requirements

Introducción

Las áreas de las selvas tropicales de México han disminuido debido a las actividades antropogénicas; la mayoría de esas pérdidas ha sido por su conversión en zonas de producción ganadera y otras han sido fragmentadas con la consecuente merma de especies (González-Valdivia et al., 2012). Un ejemplo es el caso de *Ormosia macrocalyx* Ducke, un árbol de la familia Fabaceae que se encuentra amenazado bajo la Norma Oficial Mexicana (Semarnat, 2010). Esta especie produce semillas de color rojo brillante que se utilizan para elaborar artesanías, sus flores son de color violeta, fragantes, su madera es importante en la ebanistería y carpintería, en la construcción de puentes, canoas y durmientes de ferrocarril (Ochoa-Gaona et al., 2008; Pérez-Hernández et al., 2011). Ecológicamente, es importante porque alcanza una tasa de nodulación por bacterias nitrificantes de $48.9 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ y como plántula responde favorablemente a concentraciones elevadas de CO_2 (700 ppm aproximadamente), lo que le daría una ventaja competitiva en el ecosistema donde se desarrolle (Cernusak et al., 2011). Se distribuye en América tropical, desde México hasta Brasil, además de las islas de Cuba y Puerto Rico (Botany Collections Smithsonian National Museum of Natural History, <https://insider.si.edu/>; Kew Herbarium Catalogue, <http://apps.kew.org/herbcat/navigator.do>; Rudd, 1968). En México, Rudd (1968) la encontró solo en los estados de Tabasco y Veracruz. Los árboles de *O. macrocalyx*, llegan a alcanzar una altura de 50 m con 35 a 60 cm de diámetro normal (Ochoa-Gaona et al., 2008), se han encontrado asociados a selva mediana perennifolia de *Bravaisia integerrima* (Spreng.) Standl., en vegetación secundaria, coexistiendo con diferentes especies arbóreas y en sistemas agroforestales de cacao (Maldonado-Sánchez et al., 2016; Ochoa-Gaona et al., 2008; Pérez-Hernández et al., 2011; Ramírez-Meneses et al., 2013).

La consulta de ejemplares en los herbarios contribuye al conocimiento de la distribución geográfica y ecológica de especies que se encuentran en alguna categoría de riesgo. Cada recolecta botánica contiene datos que pueden ser georreferenciados, para obtener mapas de distribución con los cuales establecer la Extensión de Ocurrencia (EO) y las Áreas de Ocupación (AO), de las especies, cuyas poblaciones se encuentran en la Lista Roja definida por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (Hernández y Navarro, 2007; Rivers et al., 2010; Solano y Fera, 2007). Ochoa-Gaona y de la Cruz-Arias (2002) sostienen que los ejemplares de herbario se recolectan en sus hábitats naturales, por lo cual la información ahí generada aporta una vista retrospectiva de la distribución original de las especies. Para definir la distribución de las poblaciones, hay diferentes técnicas de delimitación tales como el método búfer circular, el índice de propinuidad de Rapoport y la técnica de triangulación “alfa hull” (Rivers et al., 2010). El método de AO se ha utilizado frecuentemente para estimar los tamaños del área de distribución de las especies, particularmente de aquellas que tienen algún grado de amenaza (Hernández y Navarro, 2007). Destaca el trabajo realizado en especies de *Polianthes*, donde se superpuso una retícula de celdas de 1 km^2 para obtener las AO mediante el cálculo del número de celdas ocupadas por cada especie (Solano y Fera, 2007). Hernández y Navarro (2007) establecieron una metodología para México, conocida como método cartográfico por conglomerados. Este procedimiento ofrece una mayor certeza en las estimaciones de AO y resultados más acordes con la realidad, porque reconoce la presencia de registros agregados (conglomerados), así como los registros aislados (satélites), toda vez que el área de cada conglomerado es calculada individualmente, utilizando los registros geográficos de los especímenes de herbario.

De esta forma, en este trabajo se mostrarán los paisajes en los que se distribuye *O. macrocalyx*, así como las AO de la especie en México y la presencia de diferentes poblaciones aisladas, conocidas como satélites, para facilitar el establecimiento de estrategias de conservación tanto para el árbol como para su hábitat.

Materiales y métodos

Para el análisis de patrón geográfico y ecológico, se realizó una revisión de ejemplares recolectados en los siguientes herbarios mexicanos: UJAT (Universidad Juárez Autónoma de Tabasco), CSAT (Colegio de Postgraduados Campus Tabasco), MEXU (Instituto de Biología de la Universidad Nacional Autónoma de México), XAL (Instituto de Ecología, Xalapa, Veracruz); Serbo, A.C. (Oaxaca, Oaxaca), CICY (Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.), Herbario de El Colegio de la Frontera Sur, Unidad Chetumal (ECO-CH-H) y Herbario CEDESU de la Universidad Autónoma de Campeche. Además, en los herbarios virtuales: Botany Collections Smithsonian National Museum of Natural History (<https://insider.si.edu/>), Herbarium Missouri Botanical Garden (<http://www.missouribotanicalgarden.org>), Kew Herbarium Catalogue (<http://apps.kew.org/herbcat/navigator.do>), Virtual Herbarium the New York Botanical Garden (<http://sweetgum.nybg.org/science/vh/>). También se consultaron los registros del Inventario Nacional Forestal 1992-1994 (SARH, 1994) y del Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México 2004-2007 (Conafor, 2012). Lo anterior se complementó con literatura científica y observaciones directas en campo para el estado de Tabasco. En los casos en que no se contó con coordenadas geográficas, se usó el programa Google™ Earth en unidades de sistema métrico universal transversal mercator (UTM) para ubicar los sitios de colecta. Se obtuvieron un total de 60 registros para México: a cada registro se le asociaron valores de clima, suelo, altitud, ecosistemas o agroecosistemas obtenidos de la base de datos de Inegi (2013, 2015) y de la Conabio (2001a, b).

La información resultante se convirtió a un formato compatible con un sistema de información geográfica (SIG), en el programa ArcGIS 10.2 (ESRI, 2013). Se utilizaron mapas topográficos de uso de suelo y vegetación serie V con una escala 1:250,000 (Inegi, 2013), el edafológico con una escala 1:1000000 (Conabio, 2001a) y el de climas con la misma escala, 1:1000000 (Conabio, 2001b), así como un modelo digital de elevación del terreno (MDE), escala 1:250,000 (Inegi, 2017).

Con los 60 registros obtenidos se delimitaron las áreas ocupadas por *O. macrocalyx* (tabla 1). Estas áreas se calcularon de acuerdo con el método cartográfico de

conglomerados propuesto por Hernández y Navarro (2007). Los datos georreferenciados se organizaron por entidad federativa y se convirtieron al formato compatible de ESRI (2013); posteriormente fueron situados sobre un mapa, para ello se utilizaron las áreas geoestadísticas estatales (Inegi, 2016). Una vez que los puntos se encontraban en el mapa se unieron los más cercanos mediante segmentos creando un árbol de expansión mínima, evitando un cruzamiento entre vecinos cercanos. Las distancias resultantes entre cada unión se sumaron y el producto de la sumatoria se dividió por el número de líneas (en este caso 58), para obtener la distancia media. Este valor correspondió al radio de cada círculo, cuyos centros fueron los registros georreferenciados, las áreas resultantes permitieron identificar los conglomerados y registros satélites en el programa.

El siguiente paso fue calcular la superficie de las celdas, para ello se midieron las distancias máximas (longitud entre los 2 puntos más alejados en cada conglomerado); el 10% de cada distancia máxima se elevó al cuadrado para obtener el área de celda de la cuadrícula; a los satélites se les asignó un área constante de 2 km² (Hernández y Navarro, 2007). Cada área de celda se multiplicó por el número de cuadrículas con presencia de la especie para obtener por último las áreas de ocupación (AO).

Todo el procedimiento fue realizado en un SIG y con el programa ArcGis 10.2. Con la topografía digital de las capas temáticas de uso de suelo y vegetación, edafología, clima y relieve, se creó un mapa base, la información requerida se depuró para analizar los datos contenidos en la tabla de atributos y se realizó un análisis multicriterio a partir del cual se describieron los límites de las condiciones ecológicas donde habita *O. macrocalyx*, superpuestas con las AO y los satélites.

Resultados

De acuerdo con los registros encontrados, la literatura revisada y observaciones directas en campo para Tabasco, el intervalo latitudinal de distribución de *O. macrocalyx* en México es de 22°28'18.3" N a 14°31'55.6" N, lo que corresponde a la zona más húmeda del país y el área de distribución comprende 4 estados: Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz. El mayor número de puntos georreferenciados corresponde a Tabasco, donde la especie está presente en la mayoría de los municipios, a excepción de Emiliano Zapata, Jalpa y Nacajuca; los municipios con mayor frecuencia de registros fueron: Huimanguillo, Tacotalpa, Centro y Comalcalco (tabla 1, fig. 1). Algunos de los puntos registrados se encuentran en 3 áreas naturales protegidas bajo jurisdicción estatal: Parque Estatal de la Sierra de Tabasco, Yubalká y Parque Ecológico de la Chontalpa, Cárdenas;

Tabla 1

Localización de los registros obtenidos para *Ormosia macrocalyx* en los estados de Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz.

Registro	Latitud norte	Longitud oeste	Estado	Municipio	Rango altitudinal
1	16°30'08"	93°00'55"	Chiapas	Chiapa de Corzo	0300-0600
2	15°10'50"	92°25'16"	Chiapas	Huixtla	0000-0300
3	16°07'12"	91°11'03"	Chiapas	Maravilla Tenejapa	0300-0600
4	16°12'36"	91°07'48"	Chiapas	Ocosingo	0600-0900
5	16°12'36"	91°07'48"	Chiapas	Ocosingo	0600-0900
6	16°27'14"	91°04'30"	Chiapas	Ocosingo	0300-0600
7	16°27'15"	91°05'44"	Chiapas	Ocosingo	0300-0600
8	16°27'43"	91°03'50"	Chiapas	Ocosingo	0300-0600
9	16°29'07"	91°03'55"	Chiapas	Ocosingo	0300-0600
10	16°33'17"	91°09'40"	Chiapas	Ocosingo	0600-0900
11	16°35'03"	91°22'23"	Chiapas	Ocosingo	0300-0600
12	17°05'39"	92°23'30"	Chiapas	Pantelhó	0600-0900
13	16°06'00"	93°31'12"	Chiapas	Villa Corzo	1,200-2,100
14	16°06'42"	93°32'04"	Chiapas	Villa Corzo	1,200-2,100
15	16°06'42"	93°30'08"	Chiapas	Villa Corzo	1,200-2,100
16	16°09'53"	93°30'10"	Chiapas	Villa Corzo	0600-0900
17	16°10'18"	93°31'25"	Chiapas	Villa Corzo	0900-1,200
18	16°10'18"	93°30'49"	Chiapas	Villa Corzo	0600-0900
19	16°10'18"	93°31'29"	Chiapas	Villa Corzo	0900-1,200
20	16°10'48"	93°30'49"	Chiapas	Villa Corzo	0600-0900
21	16°11'28"	93°30'41"	Chiapas	Villaflores	0600-0900
22	16°12'08"	93°34'57"	Chiapas	Villaflores	1,200-2,100
23	16°06'10"	96°16'19"	Oaxaca	San Juan Ozolotepec	1,200-2,100
24	15°44'21"	96°11'38"	Oaxaca	Santa María Huatulco	0000-0300
25	15°49'45"	96°11'24"	Oaxaca	Santa María Huatulco	0000-0300
26	16°39'48"	94°39'21"	Oaxaca	San Miguel Chimalapa	0300-0600
27	16°15'08"	95°31'06"	Oaxaca	San Miguel Tenango	0600-0900
28	17°38'42"	91°22'23"	Tabasco	Balancán	0000-0300
29	17°39'06"	91°32'11"	Tabasco	Balancán	0000-0300
30	18°00'09"	93°22'06"	Tabasco	Cárdenas	0000-0300
31	18°06'06"	93°52'44"	Tabasco	Cárdenas	0000-0300
32	18°27'35"	92°47'49"	Tabasco	Centla	0000-0300
33	18°32'43"	92°33'52"	Tabasco	Centla	0000-0300
34	17°59'21"	92°58'26"	Tabasco	Centro	0000-0300
35	17°59'21"	92°58'28"	Tabasco	Centro	0000-0300

Tabla 1
 Continuación.

Registro	Latitud norte	Longitud oeste	Estado	Municipio	Rango altitudinal
36	17°59'21"	92°58'24"	Tabasco	Centro	0000-0300
37	17°59'26"	92°58'24"	Tabasco	Centro	0000-0300
38	18°14'50"	93°14'20"	Tabasco	Comalcalco	0000-0300
39	18°15'29"	93°10'53"	Tabasco	Comalcalco	0000-0300
40	18°16'04"	93°11'02"	Tabasco	Comalcalco	0000-0300
41	18°08'17"	93°14'49"	Tabasco	Cunduacán	0000-0300
42	17°44'29"	93°33'14"	Tabasco	Huimanguillo	0000-0300
43	17°45'17"	93°45'17"	Tabasco	Huimanguillo	0000-0300
44	18°05'07"	93°59'32"	Tabasco	Huimanguillo	0000-0300
45	18°05'08"	93°59'25"	Tabasco	Huimanguillo	0000-0300
46	17°46'52"	92°40'52"	Tabasco	Jalapa	0000-0300
47	17°57'03"	91°51'53"	Tabasco	Jonuta	0000-0300
48	17°53'04"	92°16'22"	Tabasco	Macuspana	0000-0300
49	18°22'55"	93°03'43"	Tabasco	Paraíso	0000-0300
50	17°32'55"	92°48'38"	Tabasco	Tacotalpa	0000-0300
51	17°33'16"	92°47'55"	Tabasco	Tacotalpa	0000-0300
52	17°34'20"	92°50'50"	Tabasco	Tacotalpa	0000-0300
53	17°36'07"	92°50'16"	Tabasco	Tacotalpa	0000-0300
54	17°33'02"	92°57'12"	Tabasco	Teapa	0000-0300
56	17°23'31"	91°08'33"	Tabasco	Tenosique	0000-0300
57	17°27'20"	94°23'27"	Veracruz	Minatitlán	0000-0300
58	18°19'51"	95°05'24"	Veracruz	Catemaco	0300-0600
59	18°35'07"	95°04'27"	Veracruz	San Andrés Tuxtla	0000-0300
60	18°33'56"	96°52'50"	Veracruz	Zongolica	0300-0600

Fuentes: Los herbarios: CICY, ECO-CH-H, CEDESU, MEXU, CSAT, UJAT y XAL, Inventario Nacional Periódico 1992-1994 1994 (SARH, 1994) e Inventario Nacional Forestal y de Suelos de México (Conafor, 2012), observaciones directas.

la primera fue creada bajo el gobierno estatal, la segunda es particular y la tercera es administrada por el Colegio de Postgraduados Campus Tabasco y el gobierno municipal (Maldonado-Sánchez et al., 2016; Palma-López et al., 1999). Asimismo, se encontró en un área protegida de jurisdicción federal en el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón del Usumacinta (Conanp, 2015).

En Chiapas, la especie se distribuye con mayor frecuencia en los municipios de Arriaga y Ocosingo, y con menos registros en Acacoyagua, Maravilla Tenejapa y en la Reserva Natural de la Biosfera La Sepultura (INE, 1999). En el estado de Veracruz, se localizó en su mayoría en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (Conanp, 2006). En Oaxaca, se identificó en el municipio de Santa María Huatulco en los registros del Inventario Nacional Forestal

y de Suelos (Conafor, 2012) y otros municipios (tabla 1). No se detectaron registros para los estados de la península de Yucatán (Campeche, Yucatán y Quintana Roo). Los registros de colecta más antiguos datan de 1957 y 1967, aunque hacen referencia a *Ormosia toledoana* Standl. Esta especie se considera sinónimo de *O. macrocalyx*, para la cual la mayoría de los registros son a partir de 1980 y los más recientes de 2005 (Herbarios: MEXU, CSAT, UJAT y XAL).

Ormosia macrocalyx se encuentra asociada en 22 tipos de uso de suelo y vegetación, además de la zona urbana (tabla 2). Se ha registrado en el bosque mesófilo de montaña y bosque de pino; selva alta, mediana y baja perennifolia, así como en selva alta subcaducifolia y subperennifolia, además de selva baja caducifolia y en

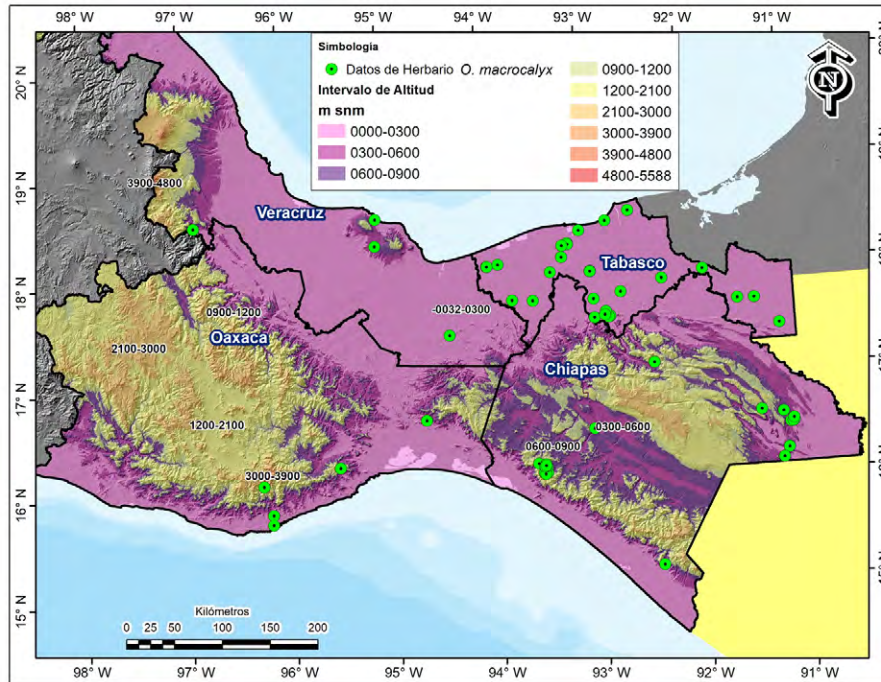


Figura 1. Distribución ecogeográfica de *Ormosia macrocalyx* y rangos altitudinales de acuerdo a los registros de los herbarios.

vegetación secundaria de los tipos de vegetación antes mencionados y de manglar. Los 10 tipos de suelos donde se distribuye la especie, en orden decreciente, son: Gleysol, Regosol, Litosol, Acrisol, Luvisol, Vertisol, Cambisol, Rendzina, Feozem y Solonchak (tabla 2).

Ormosia macrocalyx se distribuye desde el nivel del mar hasta 1,150 m snm, los registros de menor altitud son de Centla, Tabasco y los más elevados en Arriaga, Chiapas (fig. 1). Las altitudes más bajas corresponden a climas cálido húmedos A(f), Am, Am(f), cuyas características son: temperaturas medias entre 18-22 °C y precipitación total anual de 2,000 a 4,000 mm (García, 1981). La zona de altitud mayor (1,150 m), se caracteriza por tener un clima (A)C, semicálido húmedo con un rango de temperaturas promedio de 18 - 20 °C y una precipitación total anual entre 2,000 y 2,500 mm (García, 1981). Asimismo, hay registros en clima Aw, cálido subhúmedo, cuya temperatura media anual es mayor de 22 °C y la precipitación total entre 800 y 2,000 mm anuales.

Los cálculos de las AO delimitaron 5 conglomerados: el conglomerado mayor se localiza dentro del estado de Tabasco, tiene una longitud de 312.05 km y el conglomerado menor, se sitúa en el estado de Veracruz, con una longitud de 28.19 km; así mismo, se identificaron 6 registros satélites en toda el área de distribución (fig. 2). En la tabla 3, se muestran las distancias máximas, las

áreas de cada celda, el número de cuadrículas obtenidas por conglomerado y las áreas asignadas para las AO. La suma total de las áreas para la especie fue 16,133.62 km², incluyendo 12 km² que corresponden a los 6 satélites (fig. 2).

Discusión

Patrón geográfico y ecológico de *O. macrocalyx*. Los datos sobre la presencia de esta especie en México son escasos, en este trabajo se encontró con mayor frecuencia en áreas protegidas en Chiapas, Tabasco y Veracruz; en remanentes de selva, pero también algunos individuos en sistemas agrícolas de subsistencia, en plantaciones agroforestales o como árboles aislados en pastizales cultivados o inducidos (González-Valdivia et al., 2012; INE, 1999; Inegi, 2013; Maldonado-Sánchez et al., 2016; Palma-López et al., 2015).

En Tabasco, *O. macrocalyx* se localiza en selva mediana perennifolia inundable de *Bravaisia integerrima*, donde crece junto con *Calophyllum brasiliense* Cambess. y *Guatteria anomala* R.E.FR., las 3 especies se encuentran en la categoría de amenazadas (Semarnat, 2010); asimismo, se encuentra junto con *Diospyros digyna* Jacq., *Platymiscium yucatanum* Standl. y *Vatairea lundelli* (Standl.) Killip ex Record, principalmente en el estrato superior arbóreo (Maldonado-Sánchez et al., 2016).

Tabla 2

Características de uso de suelo o tipo de vegetación, suelos y climas de los estados de la República Mexicana donde se encuentra *Ormosia macrocalyx*.

Tipo de vegetación o uso de suelo	Estado(s)	Suelos	Climas
Agricultura de temporal permanente	Chiapas, Tabasco	Acrisol húmico, Gleysol vértico	Am, Am(f)
Agricultura de temporal anual	Oaxaca, Chiapas, Tabasco	Acrisol húmico, Regosol calcárico, Cambisol éutrico	Am(f), Aw ₀
Agricultura de temporal anual y permanente	Tabasco	Gleysol vértico	Am(f)
Agricultura de temporal semipermanente	Tabasco	Gleysol éutrico	A(f)
Agricultura de riego anual	Tabasco	Vertisol pélico	Am(f)
Bosque mesófilo de montaña	Chiapas	Regosol éutrico	(A)C(w ₂), C(w ₂)
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	Chiapas	Regosol éutrico	C(w ₂)
Vegetación secundaria arbórea de bosque de pino-encino.	Chiapas	Regosol éutrico	Aw ₁
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	Chiapas	Luvisol órtico	Am(f)
Bosque de pino	Chiapas	Regosol éutrico	Aw ₁
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	Chiapas	Regosol éutrico	Aw ₁
Selva alta perennifolia	Chiapas	Litosol, Rendzina	Am
Vegetación secundaria arbórea de selva alta perennifolia	Tabasco, Veracruz	Gleysol vértico, Luvisol órtico	Am(f)
Vegetación secundaria arbustiva de selva alta perennifolia	Veracruz	Luvisol órtico	Am(f)
Selva mediana caducifolia	Oaxaca	Regosol éutrico	Aw ₀
Selva baja perennifolia	Tabasco	Gleysol éutrico	Am(f)
Selva baja caducifolia	Oaxaca	Litosol	(A)C(w ₁)
Vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia	Oaxaca	Cambisol éutrico	Aw ₂
Manglar	Tabasco	Solonchak	Am(f)
Tular	Tabasco	Vertisol pélico	Am(f)
Pastizal inducido	Chiapas	Regosol éutrico	Aw ₁ , (A)C(w ₁)
Pastizal cultivado	Chiapas, Tabasco, Veracruz	Vertisol pélico, Regosol calcárico y éutrico, Luvisol órtico y crómico, Acrisol húmico, Gleysol éutrico, mólico y vértico, Feozem lúvico	Am, Am(f), A(f), Aw ₂ (x')
Zona urbana	Tabasco	Acrisol órtico, Gleysol vértico, Regosol éutrico	A(f), Am(f)

Fuentes: Atributos contenidos en las capas temáticas de la Conabio (2001a, b) e Inegi (2013, 2017).

Las condiciones fisiográficas en las cuales se distribuye *O. macrocalyx* corresponden a la provincia costera del Golfo de México y subprovincias de Tabasco-Campeche

y Veracruz, dichas geoformas abarcan un rango altitudinal que va desde el nivel del mar hasta 350 m (Geissert, 1999). La distribución de la especie en México y en

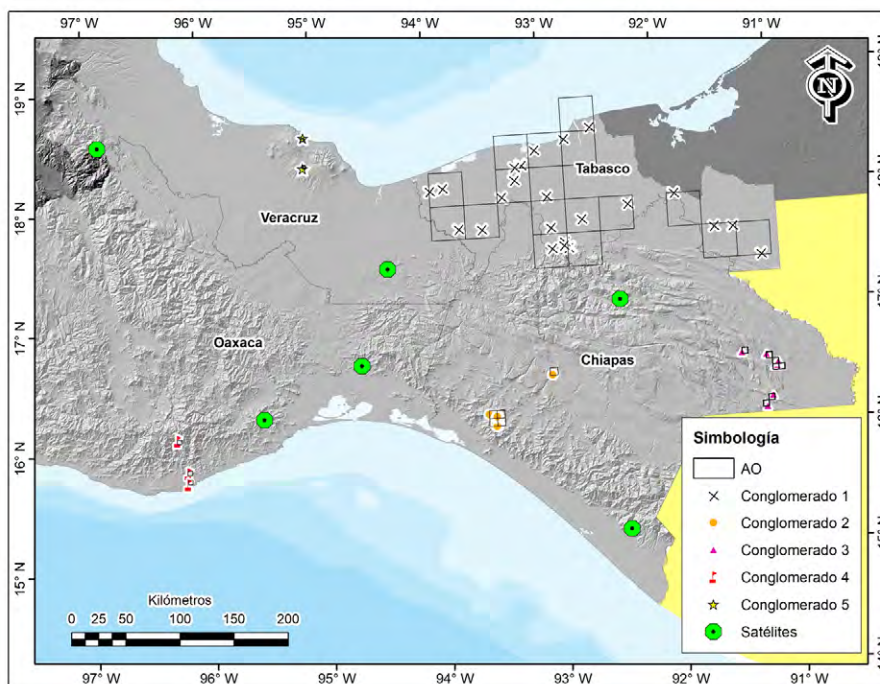


Figura 2. Distribución de los conglomerados y satélites de *Ormosia macrocalyx* en el sureste de México.

Tabla 3

Áreas de Ocupación (AO) estimadas por el método cartográfico por conglomerados para *Ormosia macrocalyx*.

Conglomerados*	Distancia máxima (km)	Área de celda de la cuadrícula (km ²)	Número de cuadrículas con presencia de la especie	AO (km ²)
1	312.05	973.44	16	15,575.04
2	70.29	53.14	5	265.72
3	55.18	30.47	7	213.29
4	41.5	17.22	3	51.67
5	28.19	7.95	2	15.90
			Subtotal Conglomerados	16,121.62
			Satélites	12.00
			Total	16,133.62

*Distribución de conglomerados: Tabasco (1), Chiapas (2 y 3), Oaxaca (4) y Veracruz (5).

América tropical está bien definida; se presenta en áreas cuya precipitación es mayor de 800 mm y la temperatura media mínima es de 22 °C anuales. La máxima altitud registrada es de 2,095 m en Cundinamarca, Colombia y la mínima de 9 m en Zulia, Venezuela (Botany Collections Smithsonian National Museum of Natural History, <https://insider.si.edu/>; Kew Herbarium Catalogue, <http://apps.kew.org/herbcat/navigator.do>).

Los suelos en los que se desarrolla esta especie se caracterizan por ser de textura arcillosa, con pH ligeramente ácido a neutro y tienden a permanecer inundados durante largos períodos. Pueden tener buen contenido de materia orgánica y nutrientes, y tienen un manto freático elevado en suelos tipo Gleysol, Luvisol, Vertisol. Los Gleysoles y Luvisoles son suelos particulares de planicies y lomeríos con pendientes convexas que varían de 5 al 25%, pobres en

nutrimentos y muy frecuentes en los estados de Tabasco y Veracruz (Conabio, 2001a; Palma-López et al., 2007). El suelo Regosol se encuentra especialmente en los puntos de colecta en Chiapas, Oaxaca y algunas zonas de Tabasco, es un suelo no diferenciado, de fertilidad que varía ampliamente, es propio de zonas montañosas, combinado generalmente con otros como Cambisol, Litosol y Luvisol. En Tabasco, ese tipo edafológico es parte de las zonas costeras y en Oaxaca, de las zonas áridas. Los Cambisoles, identificados en Oaxaca y Tabasco, difieren de los grupos mencionados en que pueden presentar bajos niveles de nitrógeno y poca fijación de fósforo (Palma-López et al., 2007).

En México, *O. macrocalyx* es una especie protegida, con categoría de riesgo “en peligro de extinción” (Semarnat, 2010); su distribución restringida se atribuye principalmente a la alta deforestación y fragmentación de los ecosistemas donde se desarrolla (Koleff et al., 2012), pero también a la poca dispersión de sus semillas, las cuales permanecen adheridas al árbol parental por períodos prolongados. Foster (2008) confirma lo anterior en un estudio realizado en Perú, donde aves del orden Passeriformes son las encargadas de la dispersión de las semillas de esta planta; la mortalidad de las plántulas se debe a la desecación y a que sus raíces no logran penetrar en el suelo. Las semillas requieren alta humedad para germinar y las plántulas requieren sombra para establecerse porque es una especie sucesionalmente tardía.

Áreas de ocupación (AO). El método utilizado en este trabajo es poco conocido, pero su eficacia en representar las áreas reales de ocupación ha sido constatada también por Jaryan et al. (2013) en su comparación con los métodos aerográficos y cartográficos. La suma de las AO calculada para *O. macrocalyx* excede el criterio establecido por la UICN (2001) para considerarla como especie vulnerable en la Lista Roja (< 2,000 km²); sin embargo, cuando se constata su presencia actual con un futuro trabajo de campo y se determine su densidad, es probable que se considere una especie vulnerable, ya que se detectaron registros satélites que demuestran el deterioro de los ecosistemas en los que se distribuye (Hernández y Navarro, 2007).

Se conoce que la fragmentación de un ecosistema provoca una pérdida de diversidad genética (Hardesty et al., 2010), porque los árboles quedan distanciados y esto afecta directamente el flujo génico, además de incrementar los niveles de endogamia con la consecuente pérdida de vigor y viabilidad de las generaciones poblacionales posteriores (Thomas et al., 2017). En este estudio se muestra la presencia histórica y actual de *O. macrocalyx* en regiones particulares, así como las condiciones abióticas y bióticas favorables en las que se encontraba y/o se encuentra, factores que determinan causalmente su área de distribución (Soberón et al., 2017). Hay necesidad de

continuar con un trabajo de colecta mayor para definir su categoría de riesgo actual, complementando con estudios sobre la diversidad genética de sus poblaciones, mediante marcadores moleculares (Dick y Kress, 2009). Es elogiable que esté protegida por la normatividad mexicana para evitar su desaparición, ya que está sujeta a altas presiones como la pérdida de hábitat y la vulnerabilidad de la población, variables consideradas por la UICN como amenazantes (Mace et al., 2008).

Ormosia macrocalyx se distribuye en 5 áreas naturales protegidas. Para colaborar en su protección y recuperación se propone su establecimiento en sistemas agroforestales dentro del Corredor Biológico Mesoamericano. Este programa pretende disminuir la fragmentación y mejorar la conectividad del paisaje y los ecosistemas, entre otros objetivos. En México, dicho corredor se está implementando en los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán (Conabio, 2015; Miller et al., 2001), y coincide en buena medida con el área de distribución de la especie analizada; por esta razón es viable que los corredores biológicos constituyan una estrategia útil para su recuperación y de los ecosistemas donde se distribuye.

El área de ocupación de *O. macrocalyx* incluye en orden decreciente a los estados de Tabasco, Chiapas, Oaxaca y Veracruz; la especie se localiza en zonas cálidas húmedas en altitudes $\leq 1,150$ m y en suelos inundables, principalmente. La especie se encuentra en algunas áreas protegidas y remanentes de selvas, pero también en algunos sistemas agroforestales y como árboles aislados. Es vulnerable debido a su deficiente estrategia de dispersión de semillas y ocupa un hábitat especializado. Se delimitaron 5 áreas de ocupación y 6 satélites que se encuentran dentro de las rutas del Corredor Biológico Mesoamericano; el área calculada donde se encuentra la especie (16,133.62 km²) es mayor que el umbral mínimo aconsejado (2,000 km²) para considerarla como especie vulnerable en la Lista Roja de la UICN. Este estudio muestra la presencia histórica de la especie y de sus paisajes; podría ser útil para evitar la extinción de la especie y el deterioro de los ecosistemas donde se desarrolla.

Referencias

- Cernusak, L. A., Winter, K., Martínez, C., Correa, E., Aranda, J., García, M. et al. (2011). Responses of legume versus non legume tropical tree seedlings to elevated CO₂ concentration. *Plant Physiology*, 157, 372–385.
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2001a). *Edafología, Escala 1: 1000000*. Portal de geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre biodiversidad. Subdirección de Sistemas de Información

- Geográfica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Recuperado el 02 febrero, 2015 de: <http://www.CONABIO.gob.mx/informacion/gis/>
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2011b). *Climas, Escala 1: 1000000. Portal de geoinformación*. Sistema Nacional de Información sobre biodiversidad. Subdirección de Sistemas de Información Geográfica. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Recuperado el 02 febrero, 2015 de: <http://www.CONABIO.gob.mx/informacion/gis/>
- Conabio (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2015). *Corredor Biológico Mesoamericano, Biodiversidad Mexicana*. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. Recuperado el 02 febrero, 2015 de: <http://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/corredorbiomeso.html>
- Conafor (Comisión Nacional Forestal). (2012). *Inventario Nacional Forestal y de Suelos*. Informe 2004-2009. Zapopan, Comisión Nacional Forestal, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Protegidas). (2006). *Programa de conservación y manejo. Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas México*. Ciudad de México. Comisión Nacional de Áreas Protegidas, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Conanp (Comisión Nacional de Áreas Protegidas). (2015). Áreas naturales protegidas. Planicie costera y Golfo de México. Comisión Nacional de Áreas Protegidas. Recuperado el 2 marzo, 2015 de: <http://www.conanp.gob.mx/regionales/>
- Dick, C. W. y Kress, W. J. (2009). Dissecting tropical plant diversity with forest plots and a molecular toolkit. *BioScience*, 59, 745–755.
- ESRI (Environmental Systems Resource Institute). (2013). ArcMap 10. Redlands, CA, USA.
- Foster, M. S. (2008). Potential effects of arboreal and terrestrial avian dispersers on seed dormancy, seed germination and seedling establishment in *Ormosia* (Papilionoideae) species in Peru. *Journal of Tropical Ecology*, 14, 619–627.
- García, E. (1981). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. México D.F.: Laros.
- Geissert, K. D. (1999). Regionalización geomorfológica del estado de Veracruz. *Investigación Geográfica*, 40, 23–47.
- González-Valdivia, N., Ochoa-Gaona, S., Ferguson, B. G., Pozo, C., Kampichler, C. y Pérez-Hernández, I. (2012). Análisis comparativo de la estructura, diversidad y composición de comunidades arbóreas de un paisaje agropecuario en Tabasco, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83, 83–99.
- Hardesty, B. D., Dick, C. W., Hamrick, J. L., Degen, B., Hubbell, S. P. y Bermingham, E. (2010). Geographic influence on genetic structure in the widespread Neotropical tree *Simarouba amara* (Simaroubaceae). *Tropical Plant Biology*, 3, 28–39.
- Hernández, H. M. y Navarro, M. (2007). A new method to estimate areas of occupancy using herbarium data. *Biodiversity and Conservation*, 16, 2457–2470.
- INE (Instituto Nacional de Ecología). (1999). *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera La Sepultura, México*. México D.F.: Instituto Nacional de Ecología.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2013). *Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación de la serie V, escala 1: 250,000*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 02 febrero, 2015 de: <http://www.INEGI.org.mx/geo/contenidos/reccnat/usuarios/>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2015). *Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie V / Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. México D.F.: INEGI, c2014.
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2016). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Áreas geoestadísticas estatales*. Recuperado el 02 febrero, 2015 de: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825217341>
- Inegi (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). *Modelos Digitales de Elevación (MED). Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*. Recuperado el 02 febrero, 2015 de: <http://www.INEGI.org.mx/geo/contenidos/datosrelieve/continental/default.aspx>
- Jaryan, V., Uniyal, S. K., Kumar, A., Gupta, R. C. y Singh, R. D. (2013). Extent of occurrence and area of occupancy of tallow tree (*Sapium sebiferum*): using the red list criteria for documenting invasive species expanse. *National Academy Science Letters*, 36, 85–91.
- Koleff, P., Urquiza-Haas, T. y Contreras, B. (2012). Prioridades de conservación de los bosques tropicales en México: reflexiones sobre su estado de conservación y manejo. *Ecosistemas*, 21, 6–20.
- Mace, G. M., Collar, N. J., Gaston, K. J., Hilton-Taylor, C., Akçakaya, H. R., Leader-Williams, N. et al. (2008). Quantification of extinction risk: IUCN's system for classifying threatened species. *Conservation Biology*, 22, 1424–1442.
- Maldonado-Sánchez, E. A., Ochoa-Gaona, S., Ramos-Reyes, R., Guadarrama-Olivera, M., González-Valdivia, N. y De Jong, B. H. J. (2016). La selva inundable de Canacoite en Tabasco, México, una comunidad vegetal amenazada. *Acta Botanica Mexicana*, 115, 75–101.
- Miller, K., Chang, E. y Johnson, N. (2001). *En busca de un enfoque común para el Corredor Biológico Mesoamericano*. Washington D.C.: World Resources Institute.
- Ochoa-Gaona, S. y de la Cruz-Arias, V. (2002). La distribución y fenología de la flora arbórea del estado de Tabasco con base en la información de herbario. *Universidad y Ciencia*, 18, 114–127.
- Ochoa-Gaona, S., Pérez-Hernández, I. y Jiménez-Pérez, N. C. (2008). *Descripción de las especies de árboles más comunes de la sierra de Tenosique, Tabasco, México*. Villahermosa: El Colegio de la Frontera Sur.
- Palma-López, D., Cisneros-Domínguez, J., Moreno-Cáliz, E. y Rincón-Ramírez, J. A. (2007). *Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco, Vol. 1*. Villahermosa: Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Instituto para el Desarrollo

- de sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco.
- Palma-López, D. J., García-López, E., Sol-Sánchez, A. y Juárez-López, F. (1999). *Plan de manejo de la Reserva Ecológica de la Chontalpa*. H. Cárdenas: Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco/ Dirección de Ecología, SEDESPA.
- Palma-López, D. J., Vázquez-Navarrete, C. J., Ruiz-Rosado, O., Mariaca-Méndez, R., Ascencio-Rivera, J. M. y Chablé-Pascual, R. (2015). Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 2, 23–39.
- Pérez-Hernández, I., Ochoa-Gaona, S., Vargas-Simón, G., Mendoza-Carranza, M. y González-Valdivia, N. A. (2011). Germinación y supervivencia de seis especies nativas de un bosque tropical de Tabasco, México. *Madera y Bosques*, 17, 79–91.
- Ramírez-Meneses, A., García-López, E., Obrador-Olán, J. J., Ruiz-Rosado, O. y Camacho-Chiu, W. (2013). Diversidad florística en plantaciones agroforestales de cacao en Cárdenas, Tabasco. *Universidad y Ciencia*, 29, 215–230.
- Rivers, M. C., Bachman, S. P., Meagher, T. R., Lughadha, E. N. y Brummitt, N. A. (2010). Subpopulations, locations and fragmentation: applying IUCN red list criteria to herbarium specimen data. *Biodiversity and Conservation*, 19, 2071–2085.
- Rudd, V. E. (1968). *Leguminosae. Contributions from the United States National Herbarium, Vol 32*. Washington D.C.: Bulletin of the United States National Museum, Smithsonian Institution Press.
- SARH (Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos). (1994). *Inventario Nacional Forestal Periódico 1992–1994*. México D.F.: Subsecretaría Forestal y de Fauna Silvestre, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- Semarnat (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, *Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres: Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*. Diario Oficial de la Federación. 30 de diciembre de 2010, Segunda Sección, México.
- Soberón, J., Osorio-Olvera, L. y Peterson, T. (2017). Diferencias conceptuales entre modelación de nichos y modelación de áreas de distribución. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 437–441.
- Solano, E. y Feria, T. P. (2007). Ecological niche modeling and geographic distribution of the genus *Polianthes* L. (Agavaceae) in Mexico: using niche modeling to improve assessments of risk status. *Biodiversity and Conservation*, 16, 1885–1900.
- Thomas, E., Gil, G. T., Gutiérrez, J. P., Alcázar, A. C., Moscoso, L.G. H., Becerra, L. A. et al. (2017). Genetic diversity of *Enterolobium cyclocarpum* in Colombian seasonally dry tropical forest: implications for conservation and restoration. *Biodiversity and Conservation*, 26, 825–842.
- UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). (2001). *IUCN Red List categories and criteria: version 3.1*. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge.