

## Validación de características foliares de *Laguncularia racemosa* ubicada en manglares de Tuxpan, Veracruz

Validation of foliar characteristics of *Laguncularia racemosa* located in the mangroves of Tuxpan, Veracruz

González-Sánchez Arianna Rubí<sup>1</sup>✉, Elorza Martínez Pablo<sup>2</sup>, Segura Castillo Ana Cristina<sup>3</sup>, Castillo Rocha, Doris Guadalupe<sup>4</sup>, Martínez Hernández María de Jesús<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Investigador Independiente. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Biológico Agropecuarias, Universidad Veracruzana. Campus Poza Rica-Tuxpan, carretera Tuxpan-Tampico Kilómetro 7.5, Colonia Universitaria, C.P. 92870 Tuxpan, Ver. <sup>3</sup>Faculta de Biología, Universidad Veracruzana Campus Xalapa. <sup>4</sup>Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana. Campus Xalapa.

✉ Autor para correspondencia: [glezsan.ar@gmail.com](mailto:glezsan.ar@gmail.com)

**Recibido:** 15/09/2018

**Aceptado:** 15/11/2018

### RESUMEN

La importancia de los ecosistemas de manglar es irrefutable por los innumerables beneficios que brindan en distintos ámbitos; sin embargo, pese al valor que se les atribuye, su tasa anual de deforestación en territorio mexicana es de aproximadamente 2.5%. En México, la extensión de manglares es de 764,486 hectáreas. Entre las especies que los conforman, se encuentra *L. racemosa*, una de las principales especies a nivel nacional. Las hojas son los órganos más sensibles de las plantas a la contaminación y sirven como indicadores de alteraciones a condiciones ambientales ya que refleja cambios en las características estomáticas lo cual es relevante por la importancia de los estomas en la homeostasis de las plantas. El objetivo de este estudio fue determinar macro- y micro-características foliares de plantas de *L. racemosa* en dos zonas del sitio Ramsar 1602, una al norte (deteriorada) y otra al sur (no deteriorada) del Río Tuxpan. Se consideraron 12 individuos al azar de cada localidad para obtener material vegetal. El promedio del área de la hoja fue mayor en la Zona no deteriorada, caso contrario con los valores obtenidos para longitud, ancho, densidad e índice estomático, ya que éstas variables fueron mayores en la zona deteriorada.

**Palabras clave:** índice estomático, densidad estomática, área foliar, Sitio Ramsar.

### ABSTRACT

La importancia de los ecosistemas de manglar es irrefutable por los innumerables beneficios que brindan en los distintos ámbitos; Sin embargo, la tasa anual de deforestación en el territorio mexicano es de aproximadamente 2.5%. En México, la extensión de manglares es de 764,486 hectáreas. Entre las especies que se conforman, se encuentra *L. racemosa*, una de las principales especies a nivel nacional.

Las hojas son los órganos más sensibles de las plantas a la misma y los indicadores de las alteraciones a las condiciones ambientales, las condiciones estomáticas lo que es relevante por la importancia de los estomas en la homeostasis de las plantas. El objetivo de este estudio fue determinar macro y micro-características foliares de *L. racemosa* en dos zonas del sitio Ramsar 1602, una al norte (deteriorada) y otra al sur (no deteriorada) del río Tuxpan. Se consideraron 12 individuos al azar de cada localidad para obtener material vegetal. El promedio del área de la hoja fue mayor en la zona no deteriorada, las variables fueron mayores en la zona deteriorada

**Keywords:** Índex, stomatal density, area, Ramsar site.

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas de manglar son importantes componentes del ecosistema por los innumerables servicios que brindan en distintos ámbitos (Viñals, 2002; CONABIO, 2009; Domínguez-Domínguez *et al.*, 2011). Las especies que conforman dichos ecosistemas tienen características muy peculiares que les permiten colonizar y reproducirse en zonas con alto grado de perturbación, con cobertura más extensa en áreas asociadas a grandes descargas de los ríos (Agráz-Hernández *et al.*, 2006). Además de su importancia ecológica, son complejos y dinámicos como resultado de los eventos meteorológicos a los que están sometidos y por su ubicación geográfica (límites continentales y aguas oceánicas). Sin embargo, pese al valor que se les atribuye en México, su tasa anual de deforestación nacional es de aproximadamente 2.5% (INE, 2005), teniendo una disminución del área que ha pasado de 775 mil ha en el 2005 a 764 mil 486 ha en 2010 (Rodríguez-Zúñiga., 2013). Entre las especies que los conforman las manglares mexicanas se encuentra *Laguncularia racemosa*, una de las principales especies a nivel nacional y protegida por su gran importancia por las normas, NOM-022-SEMARNAT-2003 y NOM-059-ECOL-2001 (SEMARNAT, 2003; 2010). La morfología vegetal es un indicador de estrés abiótico y los manglares no son la excepción. Las plantas del manglar están sometidos a

constantes cambios hídricos y salinos, lo cual modifica las características de ellos de acuerdo con los gradientes ambientales donde viven (el relieve, el sustrato, la inundación, la salinidad, las perturbaciones naturales y la contaminación). La hoja de una planta es el órgano más sensible en responder a estos cambios en condiciones ambientales, por lo que refleja alteraciones y cambios en la síntesis de proteínas, la pared celular, el espesor de la cutícula y diferencias estomáticas (Trewavas, 2003). Los estomas son vitales en el mantenimiento de la homeostasis de una planta, por eso es importante de conocer su número, forma, tamaño, apertura y cierre; con estos datos uno puede calcular el índice estomática y la densidad estomática. En conjunto, esta información permite identificar los factores que controlan a estos procesos para evaluar los cambios que resultaron en el estrés de las plantas (Croxdale, 2000; Salas *et al.*, 2001 y Da Matta, 2004; Azcón y Talón, 2008). Los registros de contaminantes en la zona del Sitio Ramsar 1602 “Manglares y Humedales de Tuxpan” son de agentes genotóxicos para las especies marinas; contaminación de sedimentos (Botello *et al.*, 2005), concentración de metales pesados en especies marinas comestibles de Laguna de Tampamachoco (Godínez-Campos, 2012; Lozada-Flores, 2015; Sánchez-Olivares *et al.*, 2014; Macías-Hernández, 2015), contaminación por agroquímicos e hidrocarburos (Vázquez-Botello y Calva-B.,

1998), materia orgánica, residuos de vísceras de peces y moluscos, y escorrentía de materia fecal de ganadería (Basáñez-Muñoz, 2005). Para el monitoreo del efecto de estas contaminantes sobre los manglares es importante conocer las características estomáticas de cada especie para hacer seguimiento a cualquier cambio, con el fin de localizar cambios y analizar el tipo de agente causal. Con estos datos, podríamos entender mejor la dinámica de este manglar y plantear alternativas correspondientes al caso. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue realizar una caracterización foliar (superficie foliar, largo y ancho del estoma y densidad e índice estomático [DE e ÍE]) de *Laguncularia racemosa* en el Sitio Ramsar 1602 “Manglares y Humedales de Tuxpan” en dos lugares, uno obviamente perturbado y otro con apariencia como más natural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El Sitio Ramsar 1602, ubicado en el norte del estado de Veracruz, México (punto central en las coordenadas 21°00'N 097°21'W), abarca 6,870 ha (Ramsar, 2016). El mangle es el principal tipo de vegetación en el área (INEGI, 2015). Dicha vegetación se alimenta por dos principales cuerpos de agua, Laguna Tampamachoco y Río Tuxpan (Lara-Domínguez *et al.*, 2009); este último divide al Sitio Ramsar en dos zonas ubicadas al norte y sur del mismo. Lara-Domínguez *et al.*, 2009).

### Selección del área de muestreo y toma de datos

Se seleccionaron dos zonas de muestreo zona (zona norte y zona sur) dentro del Sitio Ramsar en acuerdo con su apariencia de contaminación. La época de muestreo se inició en junio y finalizó en agosto del 2014. Se establecieron el periodo de muestra bajo la premisa que las

variables morfológicas que se evaluaron no son cambiantes a corto plazo.

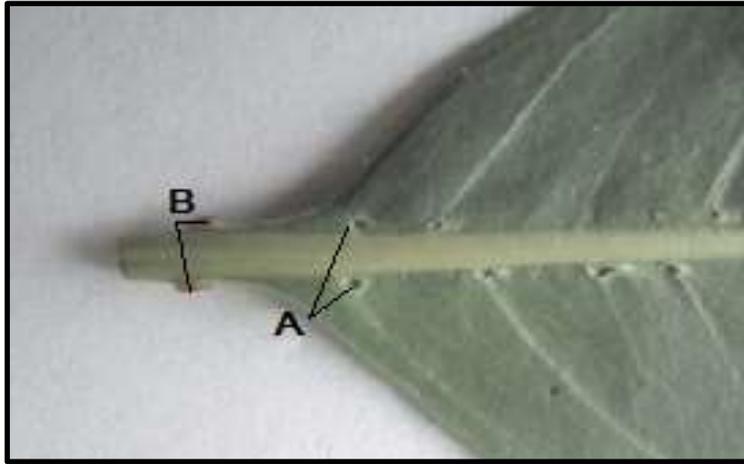
Los datos se tomaron de las hojas al azar de 12 árboles de *Laguncularia racemosa* por zona (zona norte y zona sur); se recolectaron 60 hojas maduras ubicadas a una altura media en el dosel con exposición lumínica intermedia. Para identificar las especies de los árboles se utilizó la guía de campo de manglares de México de Agráz-Hernández *et al.* (2006). Se midió el área en cm<sup>2</sup> (CI-202 Area meter cid., Inc.) y para la densidad e índice estomático se realizaron impresiones estomáticas con la técnica de micro-relieve utilizando cianoacrilato (Weyers y Meidner, 1990). Las impresiones se observaron con un microscopio óptico a 40X y se digitalizaron cinco fotografías de cinco campos diferentes de cada lámina foliar. Se contabilizó el número de estomas y células epidérmicas a través de las fotografías utilizando el software UTHSCSA Image Tool versión 3.00; una vez contabilizadas las células, se aplicó la fórmula sugerida por Wilkinson (1979) para el cálculo del índice estomático: La DE fue determinado obteniendo el área bajo el objetivo de 40X del microscopio (Lieder, modelo MC-420) (0.159mm<sup>2</sup>) y contando en número de estomas y células por unidad de área; el largo y ancho de los estomas se midió con el software UTHSCSA Image Tool versión 3.00. El análisis estadístico partió de la comprobación de que los datos cumplían con la normalidad, posteriormente se realizó un ANOVA con un nivel de significación  $P \leq 0.05$ , y una prueba de Tukey. El programa estadístico utilizado fue SPSS (versión 12.0 1S, SPSS Inc.).

## RESULTADOS

Macromorfología: Las hojas de *Laguncularia racemosa* son elípticas y redondeadas, tanto en la base como en el ápice, se encuentran en posiciones opuestas. La superficie adaxial tiene

color verde oscuro brillante y la abaxial, verde amarillento. Los laterales del peciolo poseen dos glándulas secretoras y sobre la superficie abaxial presenta varias glándulas hundidas (Fig. 1). El tipo de hojas, de acuerdo a la ubicación de los estomas, es anfiestomática y el estoma es

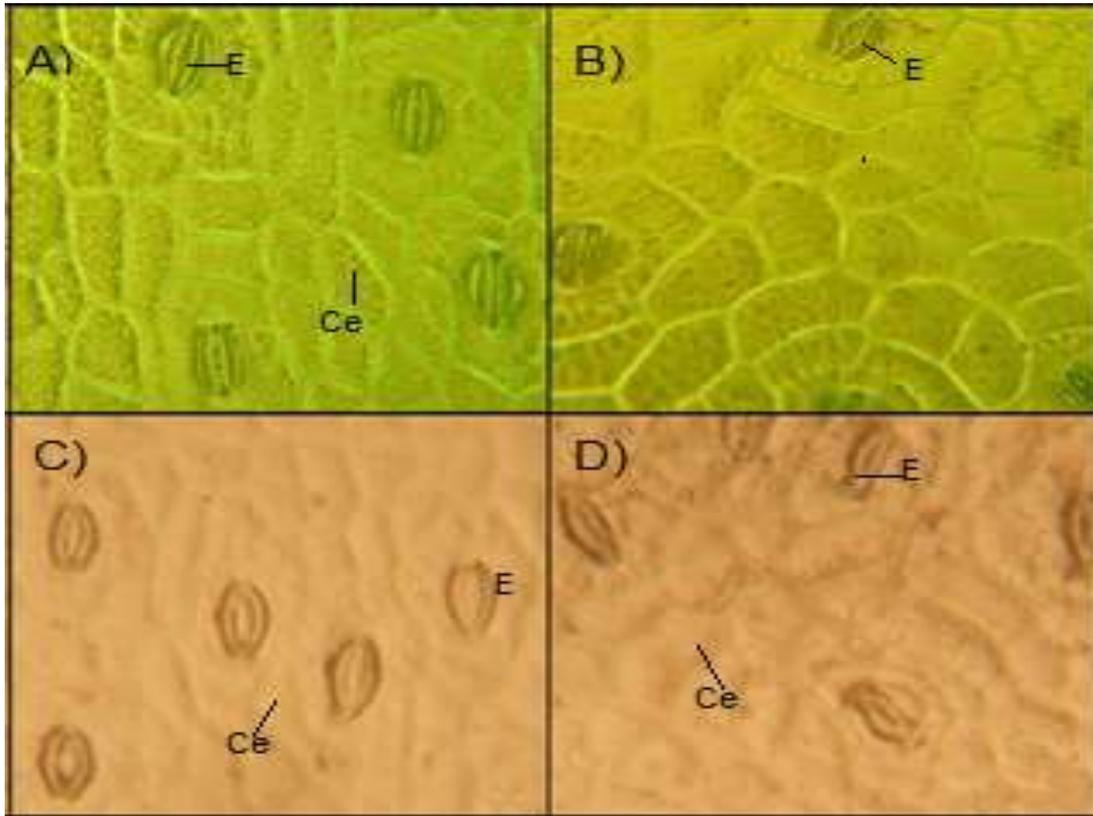
anomocítico o ranunculáceo (sin células anexas) (Fig. 1). El área foliar promedio fue de 16.9 cm<sup>2</sup> para la zona deteriorada y 28.2 cm<sup>2</sup> para la zona no deteriorada, una diferencia altamente significativa ( $P \leq 0.001$ ).



**Figura 1** .Hoja anfiestomática de *Laguncularia racemosa* con glándulas secretoras en los laterales del peciolo (B) y sobre la superficie abaxial presenta varias glándulas hundidas (A).

Micromorfología: El promedio de la densidad estomática adaxial fue 117 estomas/mm<sup>2</sup> para la ZN y de 78 estomas/mm<sup>2</sup> para la ZS; para la superficie abaxial en la ZN presentó 73 y en ZS de 50 estomas/mm<sup>2</sup>. El Í. E. (Índice estomático) en la zona deteriorada adaxial fue de 6.20 % promedio y para la superficie abaxial fue de 4.55%, y en la zona no deteriorada adaxial fue de 6.15 y para la superficie abaxial fue de 4.73% con respecto para la longitud de los estomas en

la zona deteriorada adaxial tuvo un promedio de 0.23 mm y en la zona no deteriorada de 0.11 mm, en cuanto a la longitud para la superficie abaxial se obtuvo 0.22 mm para la zona deteriorada y 0.12 mm para la zona no deteriorada. Finalmente el ancho del estoma tuvo un promedio de 0.082 zona deteriorada adaxial y para la superficie abaxial de 0.074 mm y en la zona no deteriorada adaxial obtuvo 0.052 y para la superficie abaxial de 0.73 mm (Fig. 2).



**Figura 2.** Micro relieve de hojas de *Laguncularia racemosa* mostrando estomas anomocítico o ranunculáceo (sin células anexas) en las superficies adaxial y abaxial de ambas zonas de muestreo. A= superficie adaxial zona sur, B= superficie abaxial zona sur, C= superficie adaxial zona norte, D= superficie abaxial zona norte, E= Estomas, Ce= células epidérmicas.

## DISCUSIÓN

La caracterización de la forma y tipo de hoja fue descrita por Agráz-Hernández *et al.* (2006) en México, Tribaldos (2008) en Panamá, Francisco *et al.* (2009) en Venezuela, y Díaz *et al.* (2010) en Cartagena de Indias, Colombia quienes describieron la hoja de *Laguncularia racemosa* como simple, sin estípulas, en colocación opuestas, forma elípticas a oblongo-elípticas, pecíolo generalmente de color rojizo con un par de glándulas en el extremo apical llamados nectarios extraflorales, lo cual coincidieron con nuestros reportes para la misma especie en los Manglares y Humedales de Tuxpan, Veracruz en 2014. Con respecto a la ubicación de los estomas Sereneski-de Lima *et al.* (2013) en el sur de Brasil, Rodríguez-

Rodríguez *et al.* (2011) en el Caribe Insular colombiano, Pelozo (2012, 2015) en las Bahías de Antonina y Guaratuba, Brasil reportaron la lámina foliar de *Laguncularia racemosa* como anfiestomáticas, lo cual concuerda con nuestro reporte al encontrar estomas en ambas superficies de la hoja, en la misma especie en Manglares de Tuxpan, Veracruz en el 2014.

El tipo de estoma reportado por Pelozo *et al.* (2012, 2015) en las Bahías de Antonina y Guaratuba en, Brasil fue anomocítico o, ranunculáceo, es decir estomas sin células anexas en la especie de *Laguncularia racemosa* tal y como se reporta en este estudio para manglares de Tuxpan Veracruz.

En cuanto al área foliar Sobrado (2007) reportó en plantas cultivadas en invernadero bajo diferente concentración de salinidad en

Venezuela áreas de 21, 22 y 25 cm<sup>2</sup>; Lugo *et al.* (2007) reportando 20.2 cm<sup>2</sup> en plantas de la bahía de Jobos, Puerto Rico; Tavares *et al.* (2009) obtuvieron un área de 24.9 cm<sup>2</sup> para plantas recolectadas cerca de la Bahía de Sepetiba frontera sur de la y Reserva Arqueológica y Biológica Guaratuba, Río de Janeiro, Brasil; Lira-Medeiros *et al.* (2010) en la Bahía de Sepetiba, Brasil ubicaron dos zonas de estudio teniendo en promedio 23 a 25 cm<sup>2</sup> para el área de la hoja de *Laguncularia racemosa*; Sereneski-de Lima *et al.* (2013) en manglares de Brasil obtuvieron área de 26.4 cm<sup>2</sup>. Lo anterior no difiere con lo encontrado en este estudio, ya que se obtuvo un promedio de 16.9 cm<sup>2</sup> para la zona deteriorada y 28.2 cm<sup>2</sup> para la zona no deteriorada.

La densidad estomática de *Laguncularia racemosa* se tiene el antecedente de Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2011) para la superficie adaxial una densidad de 84 a 94 estomas/mm<sup>2</sup> y en la abaxial de 61 a 76 estomas/mm<sup>2</sup> en manglares de San Andrés, Colombia y de Seshavatharan y Srivalli (1989) en manglares de la India quienes registraron 170 para superficie adaxial y 100 estomas/mm<sup>2</sup> para la superficie abaxial. Mientras que este estudio la superficie adaxial mostró una densidad de 117 en la zona deteriorada y 78 estomas/mm<sup>2</sup> para la zona no deteriorada y para la superficie abaxial la densidad vario de 73 en la zona deteriorada y 50 estomas/mm<sup>2</sup> en la no deteriorada del sitio Ramsar 1602 lo que nos demuestra que se obtuvieron diferencias entre el número de estomas para los tres estudios, en los manglares de Colombia la densidad fue un poco mayor a la reportada en esta investigación, pero lo que corresponde a la India la densidad es mayor casi en un 100%, otra característica que sobresale es que siempre es mayor la densidad en la superficie adaxial en comparación con la abaxial.

El índice estomático reportado por Seshavatharan y Srivalli (1989) en manglares del estuario de Godavari, área cercana de Balusu Tippa y Coringa en la India para *Lumnitzera racemosa* fue de 13.2 para la superficie adaxial y para la abaxial de 9.2 lo cual es mayor en comparación a lo obtenido en este estudio ya que para la zona deteriorada en la superficie adaxial fue de 6.19 y para la superficie abaxial fue de 4.55%, en la zona no deteriorada superficie adaxial fue de 6.15 y para la superficie abaxial fue de 4.73%, en este caso el índice estomático fue mayor en los manglares de la India, pero el comportamiento de mayor índice en la superficie adaxial con respecto a la abaxial se mantuvo en ambos estudios.

El tamaño de los estomas también fue analizado por Rodríguez-Rodríguez *et al.* (2011) en manglares colombianos en la misma especie obteniendo la longitud de 0.039 a 0.043 en la superficie adaxial y 0.034 mm a 0.041 mm en la abaxial. Seshavatharan y Srivalli (1989) informaron para una especie de manglar con diferente género *Lumnitzera racemosa* en la India una longitud abaxial de 0.0253 mm y 0.0256 mm para la superficie adaxial, mientras que en este estudio se obtuvo una longitud de 0.23 mm para la superficie adaxial y 0.22 mm en la abaxial en la zona deteriorada y 0.11 mm adaxial y 0.12 mm para la abaxial de la zona no deteriorada. Seshavatharan y Srivalli (1989) indicaron igualmente el ancho del estoma para la especie de *Lumnitzera racemosa* en la India con 0.018 mm abaxial y 0.0156 mm para la superficie adaxial, en tanto en este estudio se obtuvo 0.082 mm para la superficie adaxial y 0.074 mm en la abaxial en la zona deteriorada; y 0.052 mm adaxial y 0.0732 mm para la abaxial de la zona no deteriorada. En este caso el tamaño de los estomas de la India y Colombia fue menor lo que contribuye a que se encuentre un mayor índice estomático en esas zonas.

Las variaciones en las macro- y micro-características foliares de *Laguncularia racemosa*, menor desarrollo del área foliar, el aumento en el largo y ancho estomático en la zona deteriorada puede asociarse a diversos factores como restricciones ambientales de su hábitat o a las condiciones de epigenética de la especie, tal como lo menciona Lira-Medeiros *et al.* (2010), otra posible explicación son las afectaciones antropogénicas a las que la zona está sometida constantemente como lo han documentado varios autores, Macías-Hernández (2015), Sánchez-Olivares *et al.* (2014) y Mendoza-Díaz (2010) reportaron presencia de cadmio, cromo y plomo cercanos al área deteriorada;

Botello *et al.* (2005) reportaron la zona costera de Tuxpan afectada por hidrocarburos disueltos para aguas superficiales no contaminadas; (Basáñez, 2005) reporta presencia de agroquímicos, materia orgánica, residuos de vísceras de especies marinas y escorrentía de materia fecal de ganadería; Pezeshki *et al.* (1990) Mencionan reportes de disminución del área foliar de *Laguncularia racemosa* como respuesta a las inundaciones por concepto de menor salinidad en el medio. Sin embargo, pese a los reportes que se tienen, no se puede saber en concreto cuales son los agentes causales que modifican la morfología foliar de *Laguncularia racemosa* por lo que se debe continuar con ésta línea de investigación para tener la certeza, de cuál o cuáles de los diversos contaminantes registrados en la zona, son el que afecta el desarrollo de las plantas.

Esta investigación y sus resultados fortalecen la necesidad de continuar indagando sobre los agentes causales que modifican la estructura del Sitio Ramsar 1602 y así, favorecer su conservación desde una perspectiva integral y no aislada. Conocer la contaminación en áreas protegidas favorece entre otras cosas a dar mejor

manejo a zonas afectadas para comprender el escaso desarrollo de las especies que había en ellas, principalmente las especies de manglar.

## CONCLUSIONES

La respuesta morfológica a nivel estomático como aumento de la densidad y tamaño puede deberse a mecanismos de regulación de la especie ante los factores que prevalecen en esa zona en particular. Las diferencias en las micro y macro características son evidentes, por lo que se requiere continuar en el futuro con estudios que contemplen la cuantificación de variables como potencial hídrico foliar y del suelo, así como de hidrocarburos de diferente fracción, aspectos fisicoquímicos del suelo y agua a largo plazo.

## LITERATURA CITADA

- Agráz-Hernández; Noriega-Trejo, R.; López-Portillo, J.; Flores-Verdugo, F.J.; Jiménez-Zacarías, J.J., 2006. Guía de Campo. Identificación de los Manglares en México. Universidad Autónoma de Campeche. 45 p.
- Azcón-Bieto, J. y M. Talón. Fundamentos de la Fisiología Vegetal. 2da Ed. Mc Graw Hill. Barcelona, España. 656 p.
- Botello, A. V., J. Rendón-Von Osten, G. Gold-Bouchot y C. Agraz-Hernández (Eds.). 2005. Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias, 2da Edición. Universidad Autónoma de Campeche, Universidad Nacional Autónoma de México, y Instituto Nacional de Ecología. 696 p.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con

- necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F.
- Croxdale, J. 2000. Stomatal patterning in angiosperms. *American Journal of Botany* 87 (8): 1069-1080. <https://doi.org/10.2307/2656643>
- Da Matta, F. 2004. Exploring drought tolerance in coffee a physiological approach with some insights for plants breeding. *Brazilian Journal Plant physiology*. 16 (1): 1-6. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202004000100001>
- Díaz, M. C., Castro, A. I., Manjarrez, P. G. 2010. Manglares de Cartagena de Indias. Patrimonio Biológico y Fuente de Biodiversidad. Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco. Cartagena, Colombia. 72 p.
- Domínguez-Domínguez M., J. Zavala-Cruz, P. Martínez-Zurimendi. 2011. Manejo forestal sustentable de los manglares de Tabasco. Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental. Colegio de Postgraduados. Villahermosa, Tabasco, México. 137 p.
- Francisco, M., Díaz, M. y Sánchez-Misle, F. 2009. Descripción morfoanatómica de los tipos de glándulas foliares en el mangle blanco *Laguncularia racemosa* L. Gaertn (f.). *Acta Microscopica*. 18:237–252.
- Instituto Nacional de Ecología. 2005. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas. México 21 p.
- 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. 195 p.
- Lara-Domínguez, A. L.; J. López-Portillo; A. Ávila-Ángeles y A. D. Vázquez-Lule. Caracterización del sitio de manglar. Tuxpan, en Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México, D.F. 6 p.
- Lira-Medeiros, C. F., Parisod, C, Fernandes, R. A., Mata, C. S., Cardoso, M. A. 2010 Epigenetic Variation in Mangrove Plants Occurring in Contrasting Natural Environment. *PLoS ONE* 5(4): e10326. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0010326>
- Lugo, A. E., Medina, E., Cuevas, E., Citrón, G., Laboy, N. E. N. y Schaeffer N. Y. 2007 Ecophysiology of a Mangrove Forest in Jobos Bay, Puerto Rico. *Caribbean Journal of Science* 43: 200-219 <https://doi.org/10.18475/cjos.v43i2.a6>
- Macías-Hernández, P. G. 2015. Determinación de metales pesados (Pb, Cd, Cr) en agua y sedimentos de la zona estuarina del río Tuxpan, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias del Ambiente, Universidad Veracruzana. 53 p.
- Mendoza-Díaz, F. 2010. Determinación de metales pesados Cd, Cr, Cu y Pb en *Farfantepenaeus aztecus* (Ives, 1981) colectados en la laguna de Tampamachoco, Veracruz. Tesis de Maestría en manejo de ecosistemas marinos y costeros, Universidad Veracruzana. 80 p.

- Pelozo, A. 2012. Regeneração natural das espécies arbóreas dos manguezais do paraná: estrutura e morfologia funcional. Tesis doctorado. Botnica, rea de concentrao em Estrutura e Fisiologia do Desenvolvimento Vegetal, Departamento de Botnica, Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, Brasil. 63p.
- Pelozo, A., Boeger, T. M.G., Sereneski-Lima, C., Soffiatti, P. 2015. Leaf morphological strategies of seedlings and saplings of *Rhizophora mangle* (*Rhizophoraceae*), *Laguncularia racemosa* (*Combretaceae*) and *Avicennia schaueriana* (*Acanthaceae*) from Southern Brazil. *Revista de Biologia Tropical* No1. <https://doi.org/10.15517/rbt.v64i1.17923>
- Pezeshki, S. R., DeLaune, R. D., Patrick, W. H. 1990. Differential response of selected mangroves to soil flooding and salinity: gas exchange and biomass partitioning. *Canadian Journal of Forest Research*, 1990, 20(7):869-874. <https://doi.org/10.1139/x90-116>
- Ramsar. 2016. The List of Wetlands of International Importance. Página en Red: [www.ramsar.org](http://www.ramsar.org); (Consultada 22 de febrero 2016).
- Rodríguez-Rodríguez, J. A., Mancera-Pineda, J.E; Melgarejo, L.M. 2011. Cambios en conductancia y morfologia estomática en manglares del Caribe que habitan condiciones contrastantes de salinidad. Trabajo de Grado para optar al título de Biólogo. Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez-Zúniga, M.T., Troche-Souza C., Vázquez-Lule, A. D., Márquez-Mendoza, J. D., Vázquez- Balderas, B., Valderrama-Landeros, L., Velázquez-Salazar, S., Cruz-López, M. I., Ressler, R., Uribe-Martínez, A., Cerdeira-Estrada, S., Acosta Velázquez, J., Díaz-Gallegos, J., Jiménez-Rosenberg, R., Fueyo Mac Donald, L. y Galindo-Leal, C. 2013. Manglares de México/ Extensión, distribución y monitoreo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México D.F. 128 pp.
- Salas, J., M. Sanabria y R. Pire. 2001. Variación en el índice y densidad estomática en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Sometidas a tratamientos salinos. *Bioagro* 13 (3). 99-104 p.
- Sánchez-Olivares, M. A., M. A. López-Jiménez, M. López-Ortega y Vázquez-L. Castn. 2014. Concentración de Cadmio (Cd) en *Callinectes sapidus* (*Decapoda: Portunidae*) en la Laguna de Tampamachoco, Veracruz, México. *Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan* 2(4): 807-815.
- SEMARNAT; Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2003. NOM-022-SEMARNAT-2003, Norma que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. *Diarios Oficial de la Federación*. Ultima reforma publicada el 10 de abril de 2003, p. 26-47.
- SEMARNAT; Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. NOM-059-SEMARNAT-2010, Norma que establece la protección ambiental- Especies nativas de México de flora y fauna silvestre- Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diarios Oficial de la*

Federación. Última reforma publicada el 30 de diciembre de 2010, p. 1-77.

Sereneski-de Lima, C., Torres-Boeger, R. M., Larcher-de Carvalho, L., Pelozzo and Soffiatti P. 2013. Sclerophylly in mangrove tree species from South Brazil. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 84: 1159-1166.  
<https://doi.org/10.7550/rmb.32149>

Seshavatharam y Srivalli, M. 1989. Systematic leaf anatomy of some Indian mangroves. *Proc. Indian Acad. Sci. (Plant Sci.)*. 99: 557-565.

Sobrado, M. A. 2007. Relationship of water transport to anatomical features in the mangrove *Laguncularia racemosa* grown under contrasting salinities. *New Phytologist*, 173: 584-591.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01927.x>

Tavares, D. M. L. F. y Luna P. A. 2009. Leaf damage in a mangrove swamp at Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasil. Bot.*, V.32, n.4, p.715-724  
<https://doi.org/10.1590/S0100-84042009000400010>

Trewavas, A. 2003. Aspects of Plant Intelligence. *Annals of Botany* 92: 1-20.  
<https://doi.org/10.1093/aob/mcg101>

Tribaldos T., Ángel. 2008. Guía de identificación de mangles del humedal Bahía de Panamá. Proyecto de Biomonitorio Participativo en el Humedal Bahía de Panamá. Sociedad Audubon de Panamá, Panamá.

Viñals, M. J. (coord.) 2002. El patrimonio cultural de los humedales. Ministerio de Medio Ambiente. p.272.

Weyer, J., Meidner, H. 1990. Methods en stomatal research. Longman, Scientific & Technical. p: 223.

Wilkinson H. 1979. The plant surface (mainly leaf). In Metcalfe C. R y L. Chalk eds. *Anatomy of Dicotyledons*. Oxford, London, UK. Clarendon Press. p: 97-165.

Copyright (c) 2018 Arianna Rubi González Sánchez, Pablo Elorza Martínez, Ana Cristina Segura Castillo, Doris Guadalupe Castillo Rocha y Maria de Jesús Martínez Hernández



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

**Atribución:** Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)