

DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE SITIO Y ÁREAS POTENCIALMENTE MUY APTAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL ÁRBOL DE RAMÓN (*BROSIMUM ALICASTRUM SWARTZ*) EN EL ESTADO DE TABASCO, MÉXICO

Agrícola Arrieta- Rivera

ORCID ID: 0000-0002-8107-9739

Tecnológico Nacional de México/IT de la
Zona Olmeca,

Cuerpo Académico Recursos Naturales y
Desarrollo Sustentable.

Tabasco, México. 86270

Lorenzo Armando Aceves-Navarro

ORCID ID: 000-0002-9301-9223

Colegio de Postgraduados Campus Tabasco.

Área del Conocimiento Ambiente

Tabasco, México.

C.P. 86570.

Rufo Sánchez- Hernández

ORCID ID: 0000-0002-4385-4837

Tecnológico Nacional de México/IT de la
Zona Olmeca,

Cuerpo Académico Recursos Naturales y
Desarrollo Sustentable.

Tabasco, México. 86270

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



Silvia del Carmen Ruíz- Acosta

ORCID ID: 0000-0002-3319-0117

Tecnológico Nacional de México/IT de la Zona Olmeca

Cuerpo Académico Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable.

Ignacio Zaragoza S/N, Villa Ocuilzapatlán, Centro, Tabasco, México. 86270;

Resumen: Se realizaron recorridos de campo en el estado de Tabasco para ubicar la presencia y abundancia del árbol de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz). A los sitios seleccionados se les determinó el índice de sitio correspondiente. Para ello se utilizó el modelo de Chapman-Richards. Tomando el principio de anamorfismo, y usando el método de la curva guía, se obtuvieron cinco índices de sitio, que se clasificaron en bajo (11 m), regular (13 m), medio (18 m), alto (22 m) y excelente (25 m). Para conocer las áreas con alto potencial donde pudiera establecerse futuras plantaciones de ramón, se utilizó el método de Zonificación AgroEcológica propuesto por la FAO que compara los requerimientos óptimos de clima y suelo de la planta con los datos disponibles de estas variables, en el estado de Tabasco. El recurso clima se evaluó utilizando datos diarios de temperatura y precipitación de 29 estaciones climatológicas distribuidas en el estado de Tabasco con al menos 20 años de registro. El recurso suelo fue evaluado utilizando los datos detallados de las unidades y subunidades de suelo del sistema FAO/UNESCO reportados digitalmente para el estado de Tabasco. Las subunidades de suelo dominantes fueron; Leptosol, Vertisol, Luvisol y Cambisol. Del total de la superficie del estado de Tabasco, solo 39.94% (986,877.38 ha) son muy aptas para establecer plantaciones de ramón. El 67.61% del total de esa superficie con alto potencial, se localiza en cinco municipios: Balancán (285,061.02 ha), Tenosique (140,667.59 ha), Huimanguillo (91,542.26 ha), Macuspana (75,331.98 ha) y Cárdenas (74.661 ha).

Palabras clave: *Brosimum alicastrum*, requerimientos de clima y suelo, zonificación de cultivos

INTRODUCCIÓN

Brosimum alicastrum (Swartz), es una especie de árbol tropical dominante de las

selvas de México, en su estado natural es de gran tamaño, que puede alcanzar alturas de hasta 40 metros y un diámetro mayor a un metro (Pennington y Sarukhán, 2005; López-Mendoza, 1980). Pertenece a la familia Moraceae, de hoja perenne (Peters y Pardo-Tejeda, 1982), se puede encontrar en gran parte del país con diferentes nombres comunes según el lugar de distribución como, ramón (Oax., Camp., Yuc., Q. Roo, Tab.); ojite (norte de Pue., Tamps., S.LP., Ver., Oax.); ojoche (Oax., sur de Ver.); ox (Yuc., Tab.); huje (Mich.); capomo o apomo (Sin., Nay., Jal., Ver., Oax.) (Pennington y Sarukhán, 2005; Rodríguez *et al.*, 2009). *Brosimum alicastrum* (Swartz), soporta múltiples tipos de suelos y alta variación en humedad, altitud y temperatura (Meiners *et al.*, 2009).

El fruto de esta especie se puede aprovechar de diversas maneras, por ejemplo, la pulpa del fruto es comestible, las semillas hervidas o tostadas tienen sabor parecido a las castañas y son muy nutritivas se comen solas o con maíz, miel y plátanos (Meiners, *et al.*, 2009). La semilla contiene un aceite esencial, grasa, azúcares y una gran cantidad de triptófano un aminoácido deficiente en las dietas a base de maíz (Nuñez y Dhondt, 2009; Orantes *et al.*, 2012). Las plantaciones de esta especie ofrecen un potencial de producción de forraje con un 16 % de proteína digestible en sus hojas y 18 % en sus frutos (Ayala y Sandoval, 1995; Pérez *et al.*, 1995) y una alternativa para la alimentación humana y para seguridad alimentaria de México (Ramírez-Sánchez, 2017).

En cuanto a su potencial maderable es una especie con posibilidades comerciales, se utiliza en la confección de muebles de color claro, gabinetes, cajas y embalajes, paneles, duela, parquet, chapa, pisos, columnas, durmientes, tableros de partículas, sillas de montar, vasijas, escaleras (Morales y Herrera, 2009). Algunos de los beneficios que

el Ramón provee al ambiente se le conoce como servicios ambientales entre los cuales los más destacados son la protección de cuencas hidrográficas, la conservación de la biodiversidad, la captura de carbono, así como la protección o mantenimiento de los bosques y los paisajes (Wittmer *et al.*, 2006). En efecto, para que el rendimiento de una plantación sea efectivo depende, sobre todo, de la capacidad productiva del sitio seleccionado, de la preparación del sitio y del manejo silvícola (Murillo-Brito *et al.*, 2017). La capacidad productiva de un determinado lugar para una especie en particular se conoce como calidad de sitio (CS) (Prodan *et al.*, 1997). La CS, se puede definir como la capacidad productiva de un área, y comúnmente se refiere al volumen de madera producido por una masa forestal cuando llega a la edad del turno. Se puede cuantificar mediante el índice de sitio (IS), definido como la altura de los árboles dominantes de un rodal a una edad de referencia específica, es uno de los métodos más utilizados para evaluar la productividad de un sistema forestal (Wang, 1995; Westfall *et al.*, 2017).

En la mayoría de los casos, el modelo de crecimiento en altura dominante es el indicador más práctico y consistente del sitio (Bravo-Oviedo *et al.*, 2008). La precisión en la determinación del IS en un sitio determinado depende de la precisión de los modelos utilizados, lo que podría lograrse desarrollando modelos de IS local (Minoche *et al.*, 2017). Un modelo de índice de sitio se puede dividir en dos tipos principales, es decir, modelos de índice de sitio anamórfico y polimórfico. El modelo anamórfico generalmente supone que la forma de la curva altura-edad es independiente del índice del sitio (Weiskittel *et al.*, 2011). En contraste, los modelos polimórficos tienen la propiedad de que la forma de la curva altura-edad depende de la condición del sitio (Cieszewski y Bailey,

2000).

Es por ello que atendiendo la importancia que tiene la especie de *Brosimum alicastrum* (Swartz), el objetivo del presente estudio fue realizar trabajos de campo para conocer la calidad de sitio en el estado de Tabasco, y así poder realizar propuestas de planificación de áreas en donde puedan proliferar plantaciones de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El estudio se realizó en el estado de Tabasco, ubicado en el sureste de México, situado entre las coordenadas 17° 19' 00" y 18° 39' 00" N y 90° 57' 00" y 94° 08' 00" O (INEGI, 2017). El grupo de suelos más abundante corresponde a Gleysoles, Vertisoles, Fluvisoles y Luvisoles (Palma-López *et al.*, 2007). De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por García (1988), el clima para la zona de estudio es (Af) cálido húmedo con lluvias todo el año y (Am) cálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La temperatura media anual mínima es 22.5 °C y máxima de 30.5 °C, el régimen de precipitaciones varía desde los 1947 mm a los 2290 mm anuales (INEGI, 2017).

La mayor parte del territorio del estado de Tabasco son zonas planas, el 94.8% se encuentra entre 0 y 100 msnm, el 58.6% tiene una pendiente menor del 2% solo una pequeña porción del 5.2% corresponden a sierras con altitudes en 100 y 1000 msnm y pendientes mayores al 11% (Figura 1) (Zavala-Cruz, 2019). Los tipos de rocas que se encuentran son las sedimentarias (que se originan por la acumulación de materiales en un medio acuático o subaéreo) y las ígneas extrusivas (estas se generan por efusión del magma y otros materiales volcánicos) (Lugo, 2011).

Muestreos realizados en el estado de Tabasco. Para los muestreos realizados en el estado de Tabasco se optó por recorridos en

las áreas naturales protegidas, como es el caso del "Yumka" que es una reserva ecológica (en la modalidad de Centro de Interpretación de la Naturaleza) ubicada en el municipio de Centro, la reserva ecológica del cañón del Usumacinta ubicada en el municipio de Tenosique y comunidades rurales cercanas de acuerdo con los reportes de presencia de especies de *Brosimum Alicastrum* (Swartz) (Figura 1). En los lugares se realizaron mediciones dendrométricas en las que se tomó medida de la altura y el diámetro natural (DN) de la base del árbol a 1.30 m conocida también como DAP (Diámetro a la Altura del Pecho).

Determinación del índice de sitio.

El método de construcción y el modelo empleado es el de parcelas temporales, tomando el principio de anamorfismo, siendo este desarrollado de la relación- edad para los diferentes sitios, se expresa en proporcionalidad (Prodan *et al.*, 1997). Uno de los pasos al construir funciones de índice de sitio, consiste en dividir el área de estudio en zonas, para las cuales se construyen funciones independientes. La ecuación de crecimiento en altura (Índice de Sitio) más usada es la de (García, 1983) que se muestra a continuación:

$$\ln(HD)=b_0+b_1*\left(\frac{1}{L}\right)+1 \quad (1)$$

Dónde: \ln es el logaritmo natural; HD es la altura dominante (m); L es la edad de los árboles; b_0 y b_1 son los coeficientes de la regresión.

Los pasos para determinar el Índice de Sitio son:

- Paso 1. Se busca consistencia de los datos por posibles errores de medición, se realiza minuciosamente.

- Paso 2. Iniciar un análisis de datos, construcción de un gráfico para encontrar variabilidad de altura dominante, para verificar tendencia de puntos.
- Paso 3. Definir amplitud de clases de sitio, definir edad-índice próximas edades.
- Paso 4. Definir un modelo de regresión y realizar ajuste, disminuyendo variabilidad.

En ese sentido en el procedimiento, se ajustó el modelo seleccionado por el método de mínimos cuadrados, estimando dos parámetros (b_0 y b_1); el año índice o base fue de 10 años, tomando en cuenta estudios anteriores, y que fuese representativo de la zona. Se definió la ecuación ajustada, de igual manera se obtuvieron los límites inferiores y superiores, y por último los factores que nos ayudarán a estimar el gráfico, en conjunto con la altura dominante estimada (Prodan *et al.*, 1997).

Potencialidad y calidad de sitio de *Brosimum alicastrum* (Swartz). Para conocer las zonas de alta potencialidad para el cultivo de ramón (*Brosimum alicastrum* (Swartz)), se utilizó el procedimiento de Zonificación AgroEcológica (ZAE) propuesto por la FAO (1997) y actualizado por (Fischer *et al.*, 2012). Indicando que la producción se determina a partir de factores ambientales (suelo y clima) y por un complejo de factores socioeconómicos, culturales y tecnológicos.

La Zonificación AgroEcológica (ZAE) propuesta en este trabajo, define las zonas con base en combinaciones de los requerimientos climáticos, edáficos y de manejo de la plantación. Los requerimientos edafoclimáticos del ramón (*Brosimum alicastrum* (Swartz)) se muestran en la Tabla 1, de acuerdo a la CONABIO (2005), Muñoz *et al.*, (2018), Batis *et al.*, (1999) y Von Carlowitz *et al.*, (1991).

Para la realización de la zonificación agroecológica (ZAE) se utilizaron datos diarios de temperatura y precipitación, provenientes de 29 estaciones climatológicas distribuidas en el estado de Tabasco (CONABIO 2009, Muñoz *et al.*, (2018), Batis *et al.*, 1999 y Von Carlowitz *et al.*, 1991). Las cuales fueron seleccionadas bajo el criterio de un número mínimo de 10 años de funcionamiento continuo (WMO, 2003).

Con toda la información se generó una base de datos con cada una de las variables climatológicas consideradas para cada estación climatológica. Cada variable contaba con la posición georreferenciada (latitud y longitud) y sus variables topográficas, como altura, exposición y pendiente.

Para el análisis espacial se utilizó un software en Sistemas de Información Geográfica (SIG) ArcGIS 10.3. Se trabajó con cartas edafológicas, de pendiente, altitud, precipitación y temperatura a escala 1:250,000.

La segunda fase del procedimiento de zonificación agroecológica (ZAE) propuesto por Fischer *et al.*, (2012), consiste en la evaluación del recurso suelo con base en las unidades y subunidades de suelo del sistema FAO/UNESCO. Para ello, se integraron datos cartográficos referentes a subunidades de suelos, como son textura, pendiente, profundidad del suelo y su fertilidad reportados por Jiménez *et al.*, (2014) y Palma-López *et al.*, (2017), cuyas propiedades edafológicas se compararon con las que requiere el cultivo de (*Brosimum alicastrum* (Swartz)), de acuerdo con las recomendaciones de CONABIO (2009), Muñoz *et al.*, (2018), las que se le asignaron como aptitud óptima.

Análisis estadístico. Se realizaron gráficos de distribución, para conocer datos atípicos, tomados en campo por la medición. En ese sentido se realizaron regresiones lineales, para crear los modelos a utilizar y realizar ajustes en donde posteriormente se estimó la altura

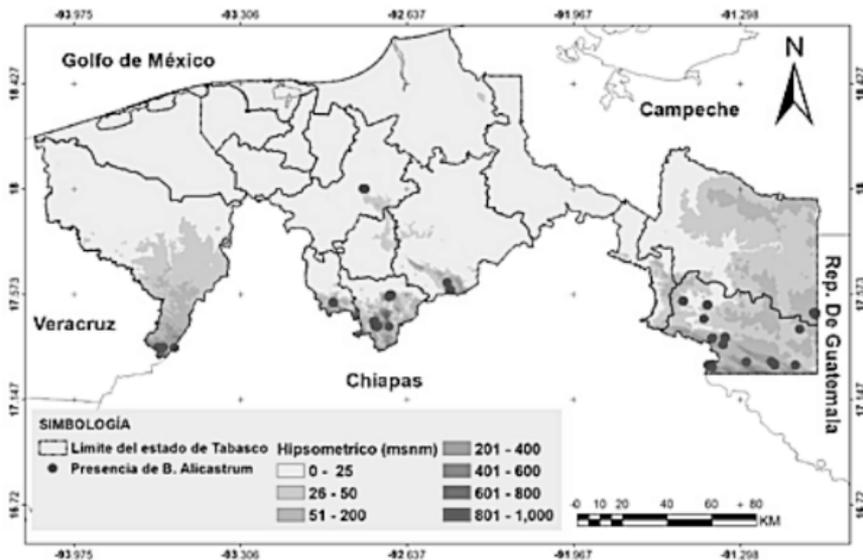


FIGURA 1. Área de estudio, Estado de Tabasco y sitios con presencia de *Brosimum alicastrum* (Swartz).

Variables edafoclimáticas	Rango potencial
Altitud (msnm)	Media: 221.3 Mínima: 15.0 - 50 Máxima: 800 - 1,000
Temperatura °C	Media: 26 Mínima: 21 Máxima: 31.1
Precipitación (mm)	Media: 1,496 Mínima: 1,000 (5); 6 Máxima: 2,500 (5); 4,000 en Chiapas y Tabasco.
Suelo	Leptosol, Vertisol, Cambisol, Alisol
Características físicas	Profundidad: someros < 50 cm Textura: de arcillosa a franca Pedregosidad: predegosos con afloramiento rocoso Estructura: bien drenados. Color: de rojizo a gris oscuro.
Características químicas	pH: neutro; de ligeramente ácidos a alcalinos, 6.8 – 8.2. Materia orgánica: de moderada a rica.

TABELA 1. Requerimientos edafoclimáticos para el ramón (*Brosimum alicastrum* (Swartz)).

dominante estimada, con esto poder obtener la calidad de sitio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de sitio. En la Figura 2 se muestra la regresión lineal simple correspondiente entre la edad de los árboles muestreados y la altura dominante de los mismos; donde Y es la altura dominante y X es la edad del árbol; b_1 es el coeficiente de regresión con un valor 1.177. El modelo tuvo un coeficiente de determinación (R^2) de 0.9405, lo que permite concluir que el modelo es confiable para poder estimar la altura dominante para diferentes índices de Sitio. También en la Figura 1 se puede observar que a mayor edad, los árboles presentaron un incremento en altura constante. Asimismo, se observa la separación de las edades, esto debido a que las parcelas de muestreos se tomaron en diferentes sitios y arboles de edades variables, tomando en cuenta que las plantaciones de estas especies son limitadas o no son de interés para la población local.

En lo que respecta a la estimación de la altura dominante esta se obtuvo con los parámetros y edad base de 16.73 m. Los límites inferior 9.21 m y límite superior 24.04, se utilizaron para obtener las clases, y con los factores, se construyó el índice de sitio.

El método de curva guía fue utilizado para generar curvas de índice de sitio, se consideraron cuatro clases, siguiendo de mayor a menor número de clases, dependiendo de la clasificación de sitio, siendo común en forestales, la utilización de 2 a 7 clases (Scolforo, 1997). Se presentaron las curvas de índice de sitio para *Brosimum alicastrum*, (Swartz) generadas a partir de modelo ajustado de Chapman-Richards (Chapman, 1961 y Richards 1959), (Figura 3), con sus respectivos límites inferiores y superiores. Los índices de sitio determinados fueron cinco, estos se clasificaron por medio de niveles bajo (11 m), regular (13 m), medio

(18 m), alto (22 m) y excelente (25 m) teniendo relación con lo reportado por Martínez *et al.*, (2015), donde se utilizaron los mismos rangos.

Los individuos muestreados presentan una alta variabilidad en cuanto altura y diámetro sin embargo se pueden contrastar con las medidas de alturas que varían de 15 y 22 m en la península de Yucatán (Durán *et al.*, 2000), en otros sitios como Tabasco, Chiapas, y Guatemala pueden alcanzar hasta 45 m de altura y 150 cm de diámetros ejemplares de *Brosimum alicastrum* (Swartz) (Pennington y Sarukhán, 2005).

El sitio se refiere a las condiciones que lo caracterizan; como es el clima, suelo, topografía, este conocimiento resulta fundamental para elegir los mejores sitios (Prodan *et al.* 1997). Por lo que se deben de conocer los factores climáticos, edáficos y de relieve, en ese sentido, se puede realizar mejor un ordenamiento a futuro, para establecer *Brosimum alicastrum* (Swartz) en Tabasco.

Zonas con potencial y calidad de sitio para *Brosimum alicastrum* (Swartz).

La CONABIO (2009), menciona que las precipitaciones óptimas para la especie de *Brosimum alicastrum* (Swartz) van desde 1,000 hasta 4,000 mm, con una media de 1496 mm. Muñoz *et al.*, (2018), comentan que la precipitación anual óptima va desde 800 a 1200 mm. Sin embargo, en Tabasco se presenta un exceso de lluvia, la mayor parte del año con valores superiores a 1900 mm anuales principalmente en los municipios de Teapa, Jalapa, Tacotalpa y Macuspana alcanzando valores superiores a 3100 mm anuales (INEGI, 2017).

El uso potencial de los suelos según Palma-López *et al.*, (2007) es aquella aptitud de la tierra que indica el potencial que tiene un suelo para producir un cultivo en específico. De las 121 subunidades de suelo para Tabasco reportadas por Jiménez *et al.*, (2014) y Palma-López *et al.*, (2017), únicamente 43 presentan

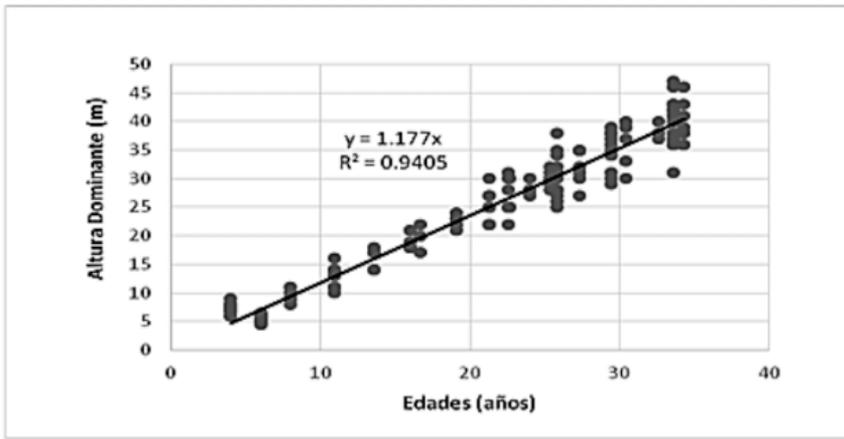


FIGURA 2. Distribución de los datos observados de altura dominante (m) y edades (años) de *Brosimum alicastrum* (Swartz).

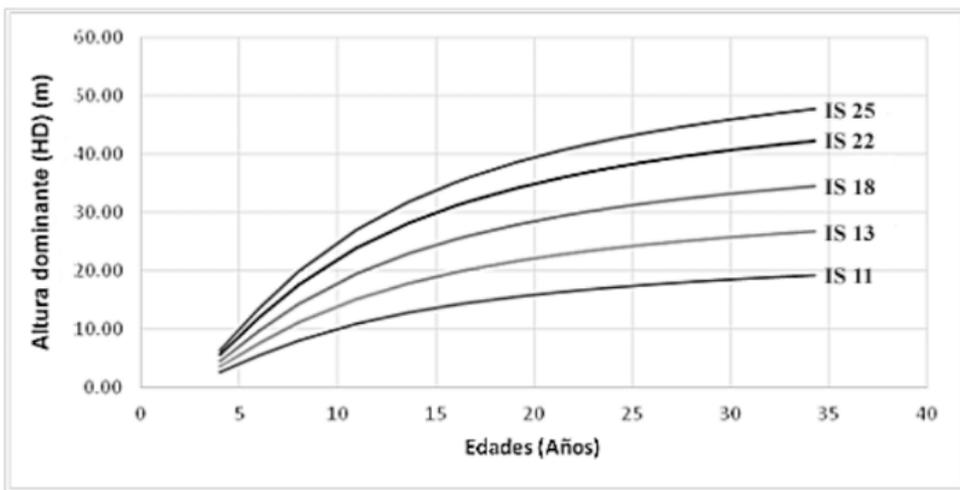


FIGURA 3. Curvas de índice de sitio obtenida de *Brosimum alicastrum* (Swartz).

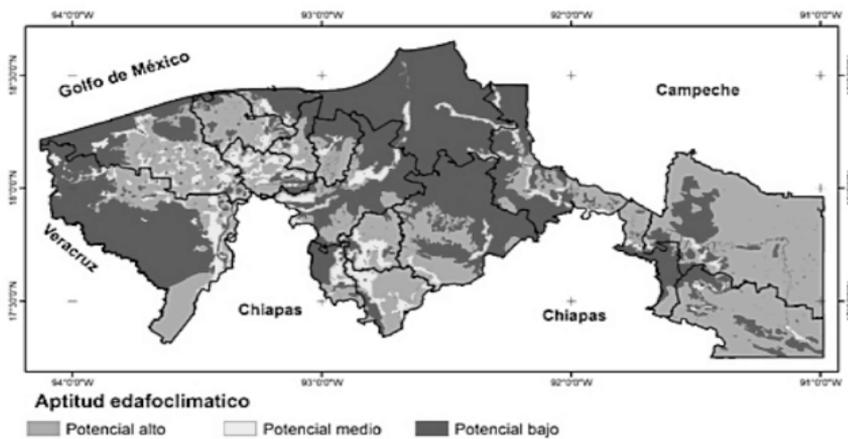


FIGURA 4. Potencial edafoclimático para el establecimiento del árbol del ramón (*Brosimum alicastrum* (Swartz)) en el estado de Tabasco.

un alto potencial productivo para implementar plantaciones de la especie objeto de estudio. Estos suelos, en conjunto, suman una superficie de 431,324.85 ha, encontrándose suelos como: Leptosol, Vertisol, Luvisol y Cambisol.

En Tabasco se encuentra una diversidad de regiones fisiográficas diferenciadas por las altitudes encontrándose desde la zona de la costa hasta la sierra. El potencial alto se encuentra en zonas de montañas y lomeríos donde las pendientes son mayores a un 20 % de inclinación del terreno y los suelos dominantes son muy delgados menores a 10 cm en general, la fertilidad de esta zona es limitada en nutrientes y con alta presencia de carbonatos, en las zonas más secas el pH tiende a la alcalinidad. Es decir, esta especie se adapta a suelos muy arcillosos, profundos, así como a suelos someros y altamente pedregosos.

Dentro de las demás 78 subunidades restantes de suelos del estado de Tabasco, se encuentran como potencial medio y potencial bajo es decir son suelos no aptos para el *Brosimum alicastrum* (Swartz), debido a que la mayor parte del año presentan problemas de inundación como son los Histosoles, Gleysoles, Solonchak y algunos Fluvisoles, en los que se les encuentra con problemas de inundación la mayor parte del año (Barba-Macias *et al.*, 2006, Jiménez *et al.* 2014 y Palma *et al.*, 2017).

En el Cuadro 3 y Figura 4, se puede observar que en Tabasco, en todos los municipios se puede establecer *Brosimum alicastrum* (Swartz). En el Cuadro 2, se muestra que solo el 39.94 % de la superficie tiene alto potencial edafoclimático para el establecimiento del ramón. En el Cuadro 3 se muestra que las áreas con alto potencial se concentra en cinco municipios: Balancán (285,061.02 ha), Tenosique (140,667.59 ha), Huimanguillo (91,542.26 ha), Macuspana (75,331.98 ha) y Cárdenas (74.661 ha).

Potencial edafoclimático	Superficie	
	ha	%
Potencial bajo	1,209,180.84	48.94
Potencial alto	986,877.38	39.94
Potencial medio	274,508.45	11.12
Total	2,470,566.67	100.0

CUADRO 2. Potencial edafoclimático y su superficie.

Municipio	Superficie (ha)
Huimanguillo	91,542.26
Emiliano Zapata	28,488.57
Comalcalco	52,588.79
Tenosique	140,667.59
Centla	532.03
Balancán	285,061.02
Tacotalpa	43,398.64
Macuspana	75,331.98
Centro	38,486.94
Jonuta	44,597.43
Paraíso	6,009.82
Cárdenas	74,661.00
Jalapa	32,588.74
Nacajuca	24,595.60
Teapa	10,145.10
Cunduacán	19,489.62
Jalpa de Méndez	18,692.25
Total	986,877.38

CUADRO 3. Área municipal con alto potencial para el establecimiento del ramón (*Brosimum alicastrum* (Swartz)).

CONCLUSIONES

De acuerdo al Índice de Sitio, se determinaron cinco clases: bajo (11 m), regular (13 m), medio (18 m), alto (22 m) y excelente (25 m). Tabasco cuenta con una superficie total de 986,877.38 ha con alto potencial para el establecimiento de plantaciones de *Brosimum alicastrum* (Swartz), lo que representa el 39.94% del total del estado de Tabasco. Los suelos que dominan con alto potencial son los Vertisoles representado con el 43.3%, los Luvisoles con el 26.89%, los Leptosoles con el

26.4%, y los Cambisoles con el 2.97%.

De lo anterior se concluye que en todos los 17 municipios del estado de Tabasco existen áreas con aptitud óptima edafoclimática para cultivar *Brosimum alicastrum* (Swartz), siendo

los principales municipios de Balancán, Tenosique, Huimanguillo, Macuspana y Cárdenas donde se concentra más del 67% del área con alto potencial.

REFERENCIAS

- Ayala, A. y Sandoval, S. M. (1995). **Establecimiento y producción temprana de forraje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) en plantaciones a altas densidades en el norte de Yucatán, México.** *Agroforestería en las Américas*, 2(7):10-16.
- Barba-Macías, E., Rangel-Mendoza, J., & Ramos-Reyes, R. (2006). **Clasificación de los humedales de Tabasco mediante sistemas de información geográfica.** *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 22(2).
- Batis, A. I., Alcocer, M. I., Gual, M., Sánchez, C., y Vázquez-Yanes, C. (1999). Árboles y Arbustos Nativos Potencialmente Valiosos para la Restauración Ecológica y la Reforestación. CONABIO - Instituto de Ecología, UNAM. México, D.F.
- Bravo-Oviedo, A., Tome, M., Bravo, F., Montero, G., & Del Rio, M. (2008). **Dominant height growth equations including site attributes in the generalized algebraic difference approach.** *Canadian Journal of Forest Research*, 38(9), 2348-2358.
- Chapman, D. G. 1961. **Statistical problems in population dynamics.** In: Neyman, J. (ed). Proceedings of fourth Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability. University of California Press. Berkeley, CA. pp: 153-168.
- Cieszewski, C. J., & Bailey, R. L. (2000). **Generalized algebraic approach theory based derivation of dynamic site equations with polymorphism and variable asymptotes.** *Forest Science*, 46(1), 116-126.
- CONABIO, (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2005). **Paquetes tecnológicos. Sistema de Información para la Reforestación (SIRE). Brosimum alicastrum Swartzarts.** CONABIO-PRONARE.
- CONABIO, (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). (2009). **Paquetes Tecnológicos. Brosimum alicastrum Swartz.**
- Durán, R., Dorantes, A., Sima P., y Méndez, M. (2000). **Manual de propagación de plantas de la Península de Yucatán.** Centro de Investigación Científica de Yucatán. Mérida, Yuc., México. Vol. 2. 105 p.
- FAO, (Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). (1997), **Zonificación agro-ecológica. Guía general.** Boletín de Suelos de la FAO 73, Roma, Italia. Disponible en: <https://www.fao.org/3/w2962s/w2962s00.htm#Contents>
- Fischer, G., Nachtergaele, F. O., Prieler, S., Teixeira, G., van Velthuisen, h., Verelst, L., & Wiberg, D. (2012). **Global Agro-Ecological Zones (GAEZ v3.0): Model Documentation.** IIASA/FAO, Luxemburg, Austria. 179 pp.
- García, O. (1983). **A Stochastic Differential Equation Model for the Height Growth of Forest Stands.** *Biometrics*, 39: 1059-1072.
- García, E. (1988). **Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.** México. Universidad Autónoma de México, Instituto de Geografía. México D.F. 252 p.
- INEGI, (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). (2017). **Anuario estadístico y geográfico de Tabasco 2017 /** Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 443 p.
- Jiménez, R. R., Palma-López, D. J., Zavala, C. J., y Bautista, Z. F. (2014). **Clasificación y caracterización de suelos de Tabasco con base en el enfoque geomorfopedológico.** Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados, Tabasco, México. 158 p.
- López-Mendoza, R. (1980). **Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y norte de Chiapas.** Cuadernos Universitarios, Serie Agronomía I. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Texcoco, México. 121 p.
- Lugo, H. J. (2011). **Diccionario geomorfológico.** Instituto de Geografía-UNAM, México.

- Meiners, M., Sánchez, G., y De Blois, S. (2009). **El ramón: fruto de nuestra cultura y raíz para la conservación.** *Biodiversitas*, 87:7-10.
- Minoche, D., Herrero, C., Domínguez-Domínguez, M., & Martínez-Zurimendi, P. (2017). **Determinación del índice de sitio de las plantaciones de Teca (*Tectonis grandis* L.) en Tabasco, México.** *Ciencia e investigación agraria*, 44(2), 154-167.
- Morales, E., & Herrera, L. (2009). **RAMON (*Brosimum alicastrum* Swartz.) Protocolo para su Colecta, Beneficio y Almacenaje**, Yucatán MX, se 18p.
- Muñoz Flores, H. J., Sáenz Reyes, J., Rueda Sánchez, A., Gómez Cárdenas, M., Castillo Quiróz, D., & Castillo Reyes, F. (2018). **Áreas potenciales para plantaciones forestales con *Brosimum alicastrum* Sw., con fines de restauración.** *Revista mexicana de ciencias forestales*, 9(45): 1-29.
- Murillo-Brito, Y., Domínguez-Domínguez, M., Martínez-Zurimendi, P., Lagunes-Espinoza, L. D. C., & Aldrete, A. (2017). **Índice de sitio en plantaciones de *Cedrela odorata* en el trópico húmedo de México.** *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCucho*, 49(1), 15-31.
- Núñez, C., y M. Dhondt. (2009). **Sistematización de experiencias de la producción, transformación y comercialización de la semilla del árbol de Masic.** Honduras: Asociación Nacional de Fomento a la Agricultura Ecológica (ANAFEA). Proyecto Heifer internacional (PHI).
- Palma-López, D. J., Cisneros, D. J., Moreno, C. E., & Rincón-Ramírez, J. A. (2007). **Suelos de Tabasco: su Uso y Manejo Sustentable.** Colegio de Postgraduados-ISPROTAB-FUPROTAB Villahermosa, Tab. México. 195p.
- Palma-López, D. J., Jiménez-Ramírez, R., Zavala-Cruz, J., Bautista-Zuñiga, F., Gavi-Reyes, F., & Palma-Cancino, D. Y. (2017). **Actualización de la clasificación de suelos de Tabasco, México.** *Revista Agro Productividad*, 10(12): 29-35.
- Pennington, T. y Sarukhán, J. (2005). **Arboles Tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies.** 553 pp.
- Pérez, R. J. D., Zapata, G. J. B., y Sosa, E. E. R. (1995). **Utilización del ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) como forraje en la alimentación de ovinos en crecimiento.** *Agroforestería en las Américas*, 2: 17-21.
- Peters, C. M. y Pardo-Tejeda, E. (1982). ***Brosimum alicastrum* (Moraceae): uses and potential in Mexico.** *Econ. Bot.*, 36,166-175. <https://doi.org/10.1007/>
- Prodan, M., Peters, R., Cox F., & Real, P. (1997). **Mensura Forestal.** San José, C.R. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH – Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (DCA). 586p.
- Ramírez-Sánchez, S. (2017). **El Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) una alternativa para la seguridad alimentaria en México.** *Agro Productividad*, (10)1.
- Richards, F. J. 1959. **A flexible growth function for empirical use.** *J. Exp. Bot.* 10: 290-300.
- Rodríguez, V. J., Sinaca, C. P., y Jamangapé, G. G. (2009). **Frutos y semillas de árboles tropicales de México.**
- Scolforo, J. R. S. (1997). **Biometria Florestal: Metodos para classificacao de sitios florestais.** Lavras: UFLA/FAEP, 151 p. (Textos Academicos).
- Von Carlowitz, P. G., Wolf G. V., & Kemperman, R. E. M. (1991). **The Multipurpose and Shrub Database.** An Information and Decision-Support System. Manual Versión 1.0. ICRAF Nairobi Kenia.
- Wang, G. G. (1995). **White spruce site index in relation to soil, understory vegetation, and foliar nutrients.** *Can. J. For. Res.*, 25 (1): 29-38.
- Westfall, J. A., Hatfield, M. A., Sowers, P. A., & O'Connell, B. M. (2017). **Site index models for tree species in the northeastern United States.** *For. Sci.*, 63 (3): 283-290.
- Wittmer, H., Raushmeyer, F., & Klauer, F. (2006). **How to select instruments for the resolution of environmental conflicts?.** *Land Use Policy*, 23(1), 1-9.

WMO, (World Meteorological Organization). (2003). **Manual on the Global Observing System**, Volumen 1, N° 544. Ginebra, Suiza. 51 p.

Zavala-Cruz, J. (2019). **Localización. En la biodiversidad en Tabasco**. Estudio de Estado. Vol. I. CONABIO, México, pp. 23-28.