

LICENCIATURA EN BIOLOGÍA

RELACIÓN ENTRE LA EXPRESIÓN SEXUAL Y LAS
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS: ALTURA, DIÁMETRO Y
ÁREA FOLIAR DEL RAMÓN (*Brosimum alicastrum* Swartz) EN
MÉRIDA, YUCATÁN.

TESIS
PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

POR:
CINTHIA ISABEL BRICEÑO SANTIAGO

Asesor:
DR. ALFONSO LARQUÉ SAAVEDRA

Mérida Yucatán., 11 de junio de 2015

DECLARACIÓN

“Este trabajo no ha sido aceptado para el otorgamiento de título o grado diferente o adicional al actual. La tesis es resultado de las investigaciones del autor, excepto donde se indican las fuentes de información consultada. El autor otorga su consentimiento a la UADY para la reproducción del documento con el fin del intercambio bibliotecario siempre y cuando se indique la fuente”

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, Mi Familia y Amigos:

A mis padres **Lorena Santiago Ahumada y César Molina Herrera** por su cariño, comprensión, consejos y por su constante apoyo en cada una de mis decisiones a lo largo de mi carrera profesional, que sin duda fueron mi fortaleza para culminar mis estudios.

A mi hermana **Lilia Briceño Santiago** que siempre me ha demostrado que la perseverancia y el esfuerzo son claves para conseguir las metas propuestas.

A mi hermanito **Raymundo Briceño Santiago** el cual ha estado siempre conmigo siendo un apoyo incondicional.

Agradezco a mis amigos confidenciales **Emanuel Montero, Libni Herrera y Cindy Castillo**, por haber estado conmigo brindándome sus consejos en mi vida personal y profesional.

A mi novio **Juan Diego Chalé** por estar a mi lado apoyándome y motivándome a cada momento de mi vida.

A todos mis tíos, primos y abuelos por sus buenos deseos y confianza que me han brindado a lo largo de mis estudios.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de forma especial a mi asesor de tesis el **Dr. Alfonso Larqué Saavedra**, por haberme aceptado y apoyado en su equipo de trabajo; por la confianza, paciencia, dedicación que siempre tuvo conmigo y por compartir sus conocimientos que fueron una base fundamental para poder finalizar esta etapa en mi vida profesional.

Agradezco a **Silvia Vergara Yoisura** que es una de las personas especiales apoyándome y resolviendo mis dudas a lo largo de la tesis, en los trámites a realizar y siendo mi consejera en situaciones difíciles.

Al apoyo de **CONACYT** por el estímulo económico que me otorgó el Dr. Larqué como ayudante de investigador Nacional Nivel III en el periodo junio 2013-junio 2014.

Al **Centro de Investigación Científicas de Yucatán**, por haber tenido la oportunidad de trabajar en sus instalaciones, que me dio sin duda la comodidad para dedicarme a escribir la tesis.

Agradezco a mi equipo de trabajo, **Oscar Calderón Juárez, Israel García Sesheña, Magali Alonso Agüero, María Teresa Pulido, Candelaria Pérez** por el apoyo que me brindaron en el transcurso del documento. A mis amigas (o) y parte del equipo de trabajo, **Jesica Pérez Balam, Gabriela Dzib Ek y Cesar Tucuch**, por haberme escuchado en los momentos de desesperación dándome sus valiosos consejos.

A mis amigos de carrera **Alexis Matos, Ana Jiménez , Mónica Pech , Minelia Xiu , Iliana Huchim, Yanelly May y Edgar Balam** que fueron y son mis compañeros, amigos y colegas que se convirtieron en mi segunda familia con los que compartí aventuras, desvelos, risas y dificultades.

A una parte de los profesores de mi facultad, **Juan Tun Garrido** por ser mi tutor durante la carrera al profesor **Roberto Carlos Barrientos, Carmen Salazar, Carlos Cervera y Juan Javier Ortiz** por formar parte de mi comité evaluador y sus consejos como profesionales para la finalización del documento.

RESUMEN

El presente estudio proporciona información de la altura, diámetro, floración y sexo de los árboles de una plantación de *Brosimum alicastrum* Swartz, que se estableció en una de las avenidas más emblemáticas de la ciudad de Mérida Yucatán, conocida como Paseo de Montejo, con el objeto de utilizar dos de sus servicios ambientales a) ornato y b) sombra para la mejora de microclima favoreciendo frescura a los transeúntes de la citada avenida. Dichos árboles fueron trasplantados a distancias preconcebidas y según las evidencias fotográficas tienen una edad aproximada de cien años, por lo que los árboles conforman una plantación madura. Para el estudio se seleccionaron 80 árboles y los resultados obtenidos señalan que en la plantación se encontró el 56.25% de árboles femeninos y el 43.75% hermafroditas sin que hubiese evidencia durante tres floraciones sucesivas cambio de sexo en los árboles en estudio, se encontraron alturas mayores en los árboles hermafroditas que en los árboles femeninos la diferencia fue significativa, el diámetro fue más grande en los árboles hermafroditas donde la diferencia resultó ser significativa y el tamaño de la hoja no se relacionó con la sexualidad sin embargo es un indicador que hay que estudiar con mayor detenimiento.

Palabras claves: Características morfológicas, árboles femeninos, árboles hermafroditas, *Brosimum alicastrum*.

ÍNDICE

DECLARACIÓN	I
DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
RESUMEN	IV
1. INTRODUCCIÓN	- 1 -
2. OBJETIVOS	- 3 -
2.1. Objetivo General	- 3 -
2.2. Objetivo Especifico	- 3 -
3. REVISIÓN DE LITERATURA	- 4 -
3.1. Taxonomía.....	- 4 -
3.2. Descripción de la especie	- 4 -
4.2.1 Hojas	- 5 -
4.2.2 Flores.....	- 5 -
4.2.3 Frutos	- 6 -
4.2.4 Semillas.....	- 6 -
4.2.5 Germinación.....	- 7 -
3.3. Distribución geográfica	- 7 -
3.4. Fenología	- 8 -
3.5. Polinización	- 11 -
4. MATERIALES Y MÉTODOS	- 12 -
4.1. Localización del área de estudio.....	- 12 -
4.2. Unidad de muestreo	- 13 -
4.3. Identificación de la sexualidad	- 13 -
4.4. Variables medidas	- 16 -
4.4.1. Diámetro	- 16 -
4.4.2. Altura	- 16 -
4.4.3. Área foliar	- 16 -
4.5. Análisis estadístico	- 16 -
5. RESULTADOS	- 18 -
5.1. Expresión sexual.....	- 18 -

5.2. Diámetro.....	- 18 -
5.3. Altura.....	- 18 -
5.4. Área foliar.....	- 20 -
6. DISCUSIÓN	- 21 -
7. CONCLUSIONES	- 24 -
8. REFERENCIAS.....	- 25 -
ANEXO	- 32 -

INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Figura 1	Distribución geográfica de <i>B. alicastrum</i> en México	8
Figura 2	Plantaciones de árboles de ramón en Paseo de Montejo	13
Figura 3	Árboles de ramón sembrados enfrente del Palacio Cantón en su fecha de construcción (1904-1911).	14
Figura 4	Fruto en formación, donde se puede observar la formación de la semilla.	16
Figura 5	Flor estaminada de <i>B. alicastrum</i>	16
Figura 6	Etapas observadas del desarrollo de las flores hermafroditas.	17
Figura 7	Etapas observadas del desarrollo de las flores femeninas	17
Figura 8	Comparación del diámetro entre los árboles con distinta expresión sexual.	21
Figura 9	Comparación de la altura entre los árboles con distinta expresión sexual	21
Figura 10	Comparación del área foliar entre los árboles con distinta expresión sexual.	22
Cuadro 1	Épocas de floración y fructificación del ramón en México.	11

1. INTRODUCCIÓN

Brosimum alicastrum es un árbol originario de Mesoamérica y el Caribe que presenta una amplia distribución en México (Peters y Pardo-Tejeda, 1982), habita áreas de clima cálido, semicálido, tropical y templado desde los 10 hasta los 1600 msnm, crece silvestre, asociado a diversos tipos de vegetación (CONABIO-CONAFOR, 2012; Pardo-Tejeda, *et al*, 1976). Se reporta que son árboles de hasta 45 m de altura y un diámetro de 1.5 cm, en algunas selvas de Chiapas, Tabasco y Guatemala (Pennington y Sarukhán, 1998; Peters, 1989). Es una especie que ofrece múltiples servicios ambientales, una de ellas que actualmente tiene mayor importancia es la alimentación: el consumo de los frutos y follaje. Se señala en la literatura que su semilla y las de maíz fueron un alimento importante en el periodo clásico para los mayas (Cook, 1935; Pearce, 2006; Puleston, 1968).

En la Península de Yucatán su altura máxima oscila entre los 15-22 m (Durán, *et al*, 2000) y se encuentra prácticamente en todos los traspatios o solares de las casas de las familias mayas, quienes tienen la cultura para utilizar todas sus partes: hojas, tallo, semillas, fruto y látex como ha sido descrito para otros sitios en Mesoamérica (Meiners, *et al*, 2009; Mendoza-Castillo, *et al*, 2000; Pardo-Tejeda y Sánchez, 1980; Peters y Pardo-Tejeda, 1982). En el norte de Yucatán, México en donde el suelo es muy pedregoso, el ramón es una de las pocas especies que prospera, es por ello que el estudio se llevó a cabo en una de las plantaciones realizadas por el hombre según evidencia fotográfica y que ha recibido un manejo y cuidado cultural cerca de 100 años, ubicado en una de las avenidas más emblemáticas de la ciudad de Mérida, Yucatán.

El trabajo realizado por Peters (1989) sobre la reproducción, crecimiento y dinámica poblacional de *B. alicastrum* ha sido utilizado con frecuencia para describir la biología del árbol, menciona que la especie está definida por tres morfotipos: femeninas, hermafroditas y masculinos, por lo tanto la especie la considera como un hermafrodita secuencial, donde se observan árboles pequeños que constan de flores pistiladas (árboles femeninas), seguidas por los árboles de tamaño intermedio que producían frutos y polen (árboles hermafroditas), y los

árboles más grandes que a pesar de que mostraron un estigma seco o abortivo en la inflorescencia solo producían polen (árboles masculinos), estas observaciones fueron basadas directamente en la diferencia de tamaño y la edad entre los sexos donde los árboles con flores masculinos fueron más grandes en diámetro y en altura.

En algunas poblaciones de individuos el estado de desarrollo tamaño, edad y el sexo pueden estar asociados entre sí. La relación del sexo y el tamaño son a veces bien conocidos en los animales y en plantas, pero también pueden llegar a ser muy complejos de entender como pasa en especies que cambian de sexo con la edad; plantas como *Aristema triphyllum* produce flores masculinas cuando es pequeña y flores femeninas y frutos cuando es más grande, otras especies de plantas relacionados con la sexualidad y el tamaño ocurre en el árbol *Bischofia javanica* donde la expresión sexual se relaciona significativamente con el tamaño del árbol, los femeninos resultan ser de tamaño grande y masculinos de talla pequeña (Yamashita y Abe, 2002) y en la especie de *Nyssa aquatica* estudios reportan que el sexo masculino es más grande que el femenino (Shea, *et al*, 1993).

Considerando lo anterior se ha planteado estudiar la sexualidad de *B. alicastrum*, hasta ahora se tiene conocimiento que existe árboles con flores hermafroditas y árboles con flores femeninos donde los últimos son los que producen el fruto, sin embargo no se ha establecido con claridad si la diferencia entre sexos está relacionada con el tamaño y la edad como ha sido descrita por Peters (1980), por estas consideraciones en este trabajo se determinará en las variables morfológicas, altura, diámetro y tamaño de la hoja la relación con la expresión sexual en árboles adultos de una plantación de ramón y contribuir a los trabajos para describir aspectos de la biología y manejo de la especie, especialmente para el establecimiento en plantaciones comerciales (Larqué, 2011).

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar en las variables morfológicas, altura, diámetro y tamaño de la hoja la relación con la expresión sexual en árboles adultos de una plantación de ramón (*Brosimum alicastrum*).

2.2. Objetivo Especifico

1. Determinar la expresión sexual a partir de la observación de las estructuras florales de los árboles en la plantación de ramón en Paseo de Montejo.
2. Comparar las características morfológicas (altura, diámetro y tamaño de la hoja) entre árboles femeninos y árboles hermafroditas dentro de la plantación de ramón en una de las avenidas de Mérida, Yucatán.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Taxonomía

Reino: Vegetal

Subreino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Equisetopsida

Subclase: Magnoliidae

Orden: Rosales

Familia: Moraceae

Género: *Brosimum*

Especie: *Brosimum alicastrum* Swartz.

3.2. Descripción de la especie

B. alicastrum es un árbol originario de Mesoamérica y el Caribe que presenta una amplia distribución en México (Peters y Pardo-Tejeda, 1982), habita áreas de clima cálido, semicálido, tropical y templado desde los 10 hasta los 1600 msnm, crece silvestre, asociado a diversos tipos de vegetación (CONABIO-CONAFOR, 2012; Pardo-Tejeda *et al.*, 1976). Se reporta que son árboles de hasta 45m de altura y un diámetro de 1.5m, en algunas selvas de Chiapas, Tabasco y Guatemala (Pennington y Sarukhán, 1998; Peters, 1989). En México *B. alicastrum* es conocido por más de 50 nombres comunes, el que sobresale es ramón (por el uso más común de ramonear o usar como forraje), ojite, ojoche y capomo son los más comunes (Pardo-Tejeda y Sánchez-Muñoz, 1980). En maya se le denomina oox (Cook, 1935).

Se ha descrito que posee un tronco con contrafuertes aparentes cuando son árboles adultos, la corteza es escamosa y suave, gris clara a gris parda y en ocasiones café. Produce abundante látex blanco (dulce y pegajoso) cuando se hacen incisiones (Pennington y Sarukhán, 1998). Las ramas son ascendentes, formando una copa ancha, muy densa y en forma piramidal. Es

una especie perennifolia, es decir que conserva su follaje durante todo el año (CONABIO-CONAFOR, 2012; Pardo-Tejeda y Sánchez, 1980). Las raíces son fuertes, pivotantes, algunas superficiales y otras penetran profundamente hasta alcanzar el manto freático (Burgos, 1982). El ramón es una especie que ofrece múltiples servicios ambientales tales como: 1.- Alimentación: consumo de frutos y follaje. Uno de la mayor relevancia es el que se señala en la literatura de que sus semillas y las del maíz fueron un alimento importante en el periodo clásico para los mayas (Cook, 1935; Pearce, 2006; Puleston, 1968), 2.- El mantenimiento de la biodiversidad de las numerosas especies animales silvestres que dependen de él, 3.- Es una especie promisorio para la restauración por su alta resistencia a la sequía, 4.- Reciclaje de nutrientes, 5.- Energía, 6.- Disponibilidad de recursos maderables, 7.- Alta capacidad en la captura de Carbono, 8.- Usos medicinales. Por ser una especie perennifolia y por su sombra se utiliza como 9.- árbol ornamental, y 10.- mejorador de microclima, entre otros (Benítez, *et al*, 2004; Peters y Pardo-Tejeda, 1982, CONABIO-CONAFOR, 2012; Pardo-Tejeda y Sánchez, 1980).

4.2.1 Hojas

Las hojas son elípticas a oblongas, coriáceas a cartáceas, haz glabro o puberulento, por lo general acumuladas a agudas, a veces caudadas en el ápice, base aguda, obtusa o truncada, rara vez emarginada, margen entero o rara vez denticulada; pecíolos de 2 a 14 mm de largo, nervaduras laterales de 12 a 16 pares, poco prominentes a hundidas en el haz, sobresalientes en el envés, en ocasiones con la nervadura central pubescente; estípulas casi amplexicaules, de 5 a 10 mm de largo, glabras, pubérulas o en ocasiones pubescentes (Méndez-González, *et al*, 2012).

4.2.2 Flores

Árboles con inflorescencias dispuestas en pares por cada axila y en algunas ramas hasta tres o varias flores por axila; con pedúnculo hasta de 15 mm de largo, brácteas de 0.2 a 2 mm de diámetro y puberulentas; flores masculinas están reunidas en amentos globosos, compuestas

de escamas peltadas, carecen de corola, cada flor masculina, es una antera modificada, ya que se encuentra cubierta por una estructura, dispuesta de manera diferente a las anteras comunes de las flores, que no se le considera como corola (Huchin-Poot, 2013). Por otra parte Pardo-Tejeda y Sánchez Muñoz (1980), señalan que las flores femeninas están en cabezuelas oblongas, ovales con escamas, son más pequeñas con un estilo largo con dos estigmas.

4.2.3 Frutos

Los frutos se originan en las axilas de las hojas, son drupas de sabor y olor dulce, casi redondos de color verde amarillento a anaranjado en completa madurez, su diámetro puede variar desde 1.5 hasta 2.5 cm, constan de pericarpio y mesocarpio un poco carnoso, cubierta en la superficie de numerosas escamas blancas, que apenas cae el fruto al suelo, se pudre y aparece la semilla (Aragón, 1990; Geilfus, 1994; Pennington y Sarukhán, 2005).

4.2.4 Semillas

La semilla está cubierta por una capa protectora llamada epispermo la protege de la desecación y lesiones mecánicas. Generalmente se diferencia en dos capas: la testa: es el tegumento exterior de la semilla, generalmente derivado de la primina del óvulo y el tegmen que es la cubierta más interna de la semilla, generalmente derivada de la secundina del óvulo (Valla, 1995). La cubierta de la semilla (testa y tegmen) y el fruto (pericarpio) son importantes en la prevención de la deshidratación después de la dispersión de semilla (Chacón y Bustamante, 2001; Moreno, *et al*, 2006).

Las semillas son dispersadas por los murciélagos y la gravedad (Ramírez-Sosa, 2006). Además han sido utilizadas como sustituto del maíz, la papa y el café, como ingredientes de platillos, así como en la alimentación animal y en la industria farmacéutica (Calvino, 1952; Pardo-Tejeda y Sánchez, 1980; Monsreal, 1986). Miden de 9 a 13 mm de largo por 16 a 20 mm de ancho, esféricos y aplanados en ambos extremos, la semilla fresca tiene 45 a 55% de humedad (Berg, 1972) y se clasifica como recalcitrante (CONAFOR, 2009). Tienen características altamente deseables como alimentos. Se han realizado diversos estudios en el

contenido de nutrientes esenciales así como vitaminas, determinándose que contienen más proteínas que el maíz y el sorgo, el contenido de triptófano que es un aminoácido esencial se encuentra en mayor cantidad (4 veces más) en las semillas de *B. alicastrum* que en la de maíz (Pardo Tejeda y Sánchez Muñoz, 1980). La semilla provee a los seres humanos una fuente importante de aminoácidos y complementa los carentes en la dieta basada en maíz, típica de México. También es extremadamente alta en fibra, calcio, potasio, ácido fólico y vitaminas A, B y C, además de que es rica en hierro y triptófano, un relajante natural (Meiners, 2009).

4.2.5 Germinación

Durante la germinación y desarrollo de la plántula, los nutrientes almacenados en los cotiledones se dirigen y se transportan a las diferentes partes de la plántula que está en crecimiento, gradualmente los cotiledones disminuyen de tamaño, se debilitan, se marchitan y eventualmente caen; es cuando la plántula se convierte en organismo autótrofo fotosintetizador. El tiempo que transcurre entre la germinación de la semilla y el establecimiento de la plántula como organismo autótrofo es la fase decisiva en la vida de la planta, ya que en este periodo es muy susceptible al ataque de plagas o enfermedades (Raven y Eichhorn, 1992).

3.3. Distribución geográfica

El ramón es nativo del sureste de México y gran parte de América Central, aunque se les puede encontrar en el oeste de Jamaica y Cuba (National Academy of Science, 1975). Desde un punto botánico, este árbol crece fundamentalmente en Mesoamérica, que se desarrolla en diferentes ecosistemas, abundan en las selvas medianas y altas, y proporcionan alimento a la fauna silvestre. En la vertiente del Golfo se presenta desde el sur de Tamaulipas hasta Quintana Roo, y se distribuye a todo lo largo de la Sierra Madre Occidental y la Sierra de Chiapas hasta una altitud de 600m, así como en gran parte de la planicie costera del Golfo hasta la Península de Yucatán; en la vertiente del Pacífico se distribuye desde el centro de

Sinaloa hasta Chiapas, tanto en las laderas de la Sierra Madre Occidental hasta unos 400 u 800 msnm, como en la angosta planicie costera. Principalmente la distribución en la República Mexicana (Figura 1), abarca los estados de Campeche, Colima, Chiapas, Durango, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán (Pennington y Sarukhán, 1968; Vega-López, *et al*, 2003).



Figura 1. Distribución geográfica de *B. alicastrum* en México (Tomado de Pennington y Sarukhán, 2005).

3.4. Fenología

El factor ambiental más importante que controla la magnitud y periodicidad del crecimiento en altura y diámetro en *B. alicastrum* es la precipitación, ya que se observó un incremento en su crecimiento en los meses de lluvia, como en otras especies de zona tropical (Lüttge, 1997).

La plántula de árbol de ramón demanda buena disponibilidad de agua por lo menos en los dos primeros años, cuando la raíz logra penetrar el suelo pedregoso y establecerse para continuar su desarrollo adecuadamente (Hernández-Gonzales, 2013).

Las plántulas en los seis primeros meses presenta un crecimiento lento, porque se encuentran en su fase de establecimiento, dependiendo básicamente de sus cotiledones para desarrollarse (Landis, *et al*, 2000). A la edad de siete años se reporta que la altura es de 75 cm/año, y el crecimiento secundario (diámetro del tallo) ocurre cuando se favorece la división del cambium, respuesta que ocurre cuando hay disponibilidad de agua y la temperatura adecuada (Beck, 2005), el desarrollo del diámetro en cinco años se reporta de 2.5 cm y a la edad de siete años alcanza hasta 7 cm de diámetro, donde algunos árboles de ramón a esta edad llegan a presentar su primera floración (Hernández-González, 2013).

La floración varía en cada área donde se encuentren las poblaciones de ramón (Cuadro 1), se describe que para la península de Yucatán tanto la floración como la fructificación, se puede presentar de 3 a 4 veces al año y es continua, presentando un pico de fructificación en marzo (Huchin-Poot, 2013).

Las flores femeninas son las que cuentan con un solo pistilo alargado de aproximadamente 2 mm de longitud, con una terminación bífida y las flores hermafroditas tienen también un pistilo algunas veces no se puede apreciar, pero se encuentra acompañada de muchas flores masculinas que se encuentra protegidas de una estructura peltada que contiene el polen distribuido en toda esta estructura, por lo tanto para la especie solo existe árboles con flores femeninas y árboles con flores hermafroditas. Las flores no se producen de manera solitaria, sino que se dan en pares por cada axila y en algunas ramas hasta tres o varias flores por axila (Huchin-Poot, 2013).

Los árboles con flores femeninas, son las que producen gran cantidad de frutos por ser las únicas que llegan a polinizarse por vía aérea (anemófila) y los árboles con flores hermafroditas son abortivas porque no alcanzan a fecundarse y desarrollar el fruto, aunque hay algunos excepciones en cuanto a la formación de frutos en estos árboles, algunos presentan formación y maduración de solo unos cuantos frutos, los cuales muestran grandes diferencias con los frutos de los árboles femeninos, ya que conservan las estructuras de las flores masculinas a su alrededor (Huchin-Poot, 2013).

El crecimiento de la flor femenina tarda aproximadamente 63 a 70 días hasta su maduración, los frutos pueden presentar un diámetro entre 1.8 cm de largo x 1.5 cm diámetro, hasta los 2 cm de diámetro x 2.2 de largo, por lo que en su mayoría son ovalados y unos cuantos tienen la forma redonda. La formación del ovario es visible cuando la flores tienen un tamaño de 2 mm de diámetro, entre los 5 a 8 mm se comienzan a formar el fruto, porque la semilla ya se está desarrollando dentro del ovario, cuando la flor alcanza unos 4 a 6 mm ya se puede notar que la semilla toma una textura más dura y se percibe la envoltura papirácea (Huchin-Poot, 2013).

En las etapas iniciales del desarrollo de las flores hermafroditas, son muy similares a los del desarrollo de la flor femenina, presentan un crecimiento por un periodo un poco más largo, las flores hermafroditas no se fecundan y continúan su desarrollo y algunas llegan a alcanzar 1 cm de diámetro x 1 cm de largo. Los árboles que tienen este tipo de flores (hermafroditas) tienen una cantidad muy alta de desprendimiento o aborto floral (Huchin-Poot, 2013).

Cuadro 1. Épocas de floración y fructificación del ramón en México

Mes	Floración	Fructificación
Enero	Sur del país, Veracruz (Laguna Chiapas, Quintana Roo y Guerrero Encantada), Quintana Roo.	
Febrero	Sur del país, Sur de Veracruz	Norte de Veracruz, Puebla y Sinaloa
Marzo	Chiapas	Sur del país, Guerrero, Oaxaca, Veracruz (Papantla, Sontecomapa, Misantla y Pánuco), Sur de Tamaulipas (Tampico) y Jalisco.
Abril	Campeche (Escárcega)	Sur del país, Sur de Veracruz, Puebla (Villa Juárez)
Mayo	Chiapas	Sur del país, Tamaulipas, Veracruz (Papantla, Misantla)
Junio	Centro de Veracruz (Palma Sur del país, San Luis Potosí, Veracruz Sola), Yucatán	
Julio		Veracruz (Vega de la Torre)
Agosto	Yucatán	
Septiembre	Chiapas, Campeche, San Luis Potosí, Yucatán, Oaxaca (Tehuantepec)	
Octubre	Yucatán	Jalisco (Barra de Navidad), Campeche, Yucatán.
Noviembre	Sur del país, Yucatán, Veracruz (Misantla)	Norte de Veracruz, Campeche, Veracruz (Nautla)
Diciembre	Sur del país, Chiapas	Veracruz (Tuxpan)

3.5. Polinización

La polinización es anemófila (por viento), no existe evidencia de que algún agente biótico desempeñe la función de polinizador, algunos dispersores de la semilla son aves y mamíferos, también se han registrado a los murciélagos: *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus phaeothis*, *Sturnira ludovici* y *Corollia perspicillata*, el mono aullador: *Alouatta palliata*; ardillas: *Sciurus yucatanensis* y mapaches: *Procyon lotor* (CONABIO, 1972). En Quintana Roo se observaron las aves como la chachalaca común; *Ortalis vetula*, el faisán real: *Crax rubra*, consumiendo y dispersando la semilla y como dispersores secundarios está el ratón: *Heteromys desmarestuanus* y el agutí *Dasyprocta punctata* (Berg, 1972).

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en una de las avenidas más emblemáticas de la ciudad de Mérida, Yucatán, llamado “Paseo de Montejo” ($20^{\circ} 59'23.86''$ N; $89^{\circ}36'59.02''$ O), lugar que representa una parte de la historia de Yucatán, su construcción empezó en febrero de 1888 hasta su culminación en 1906, contaba con una longitud de 1198m de largo y una avenida principal de 23m de ancho, con dos avenidas laterales de 7.5m cada una. Además de dos avenidas de 2.5m y una anchura total de 43m, con las tres ampliaciones que se realizaron a través de los años hasta la actualidad la avenida llegó a su límite de crecimiento con 5, 483m, representada por estatuas que lo adornan como la del Dr. Justo Sierra O'Reilly, Felipe Carrillo Puerto, el Monumento a la Patria y el español Gonzalo Guerrero, actualmente se deja el testimonio en libros o escritos de la época la importancia que desde principios del siglo representó la avenida principal de la ciudad donde se observan las casonas que engalanan el lugar y el área arboleada de los tamarindos y altos ramones con su verde y perenne follaje alineados a doble fila a cada lado del encantador Paseo de Montejo (Cámara-Gutiérrez, 2001) (Figura 2).

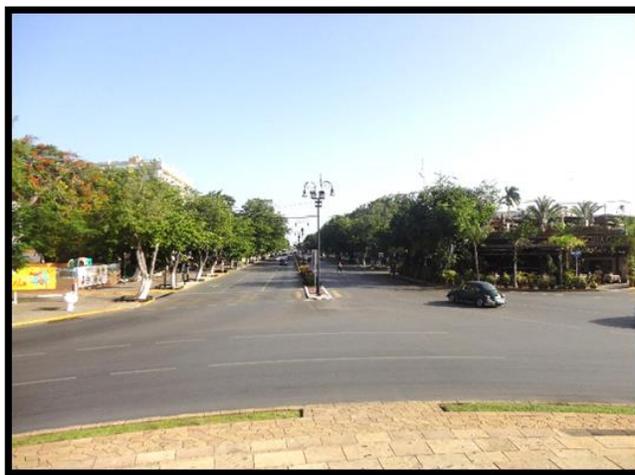


Figura 2. Plantación de árboles de ramón en Paseo de Montejo.

4.2. Unidad de muestreo

En el primer muestreo se registraron 80 árboles con expresión floral que se encuentran trasplantados a distancias preconcebidas y según las evidencias fotográficas tienen una edad aproximada de cien años, por lo que la plantación se define como árboles maduros (Figura 3). El manejo que se le ha dado a esta plantación ha sido igual para todos los árboles, el riego para este sitio es constante y desde hace seis años los árboles no han sido podados, por ser un lugar muy visitado por el turismo ya que proporcionan la sombra del lugar. Además los árboles han sido expuestos a las condiciones ambientales naturales de la ciudad de Mérida a lo largo de su vida.



Figura 3. Árboles de ramón sembrados frente del Palacio Cantón en su fecha de construcción, 1904-1911 (Tomada de González-Rodríguez, 2011).

4.3. Identificación de la sexualidad

Se cotejó la expresión de la inflorescencia de los árboles hermafroditas en tres épocas de floración, en los meses de noviembre (2012), marzo (2013) y noviembre (2013). Y en los meses de enero-febrero (2013), mayo-junio (2013) y enero-febrero (2014) en épocas de fructificación.

Para definir los dos grupos femeninos y hermafroditas se realizó una observación visual del tipo de flor presente en cada uno de los árboles. Las flores femeninas tienen un solo pistilo alargado de aproximadamente 2 mm de longitud, y una terminación bífida, al polinizarse producen el desarrollo del fruto (Figura 4).

Las flores hermafroditas son inflorescencias que tienen muchas flores masculinas que son una antera modificada que son de color amarillo, cada una con un estambre que contiene muchos granos de polen (Huchin-Poot, 2013) (Figura 5).

La expresión del sexo de las inflorescencias femeninas fue registrada hasta la formación del fruto y las inflorescencias hermafroditas cuando ya se reconocían las estructuras de las flores masculinas, debido a que en su etapa inicial reproductiva ambos grupos son similares (Figura 6 y 7).



Figura 4. Frutos en formación, donde se puede observar la semilla de ramón (Foto de Olivia Hernández).

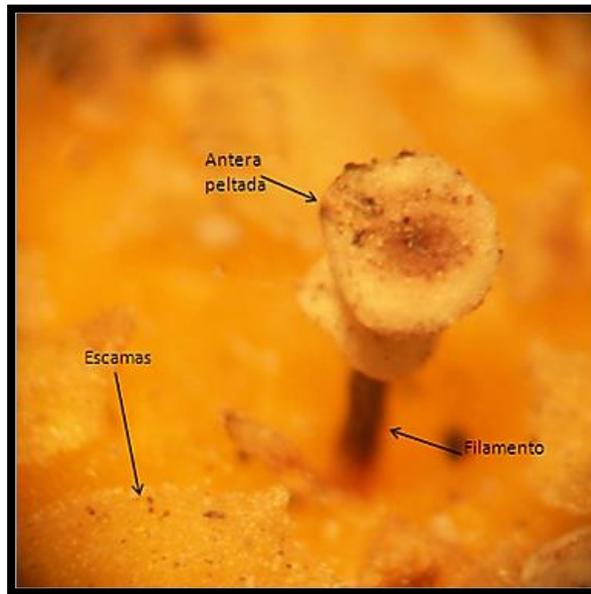


Figura 5. Flor estaminada de *B. alicastrum* (Foto de Olivia Hernández).



Figura 6. Etapas observadas del desarrollo de las flores hermafroditas (Foto de Huchin Poot).



Figura 7. Etapas observadas del desarrollo de las flores femeninas (Foto de José Couh).

4.4. Variables medidas

4.4.1. Diámetro

La metodología empleada consistió en utilizar una cinta métrica, misma que se colocó alrededor del tallo de cada árbol, tomando como referencia la altura del pecho (a una altura de 1.30 m sobre el nivel del suelo), tomando el valor de la circunferencia (CAP) que después se transformaron en DAP (diámetro a la altura del pecho), con la formula $CAP (\pi)$. Las mediciones se realizaron a 45 árboles con la expresión sexual femenina y 35 árboles con la expresión sexual hermafrodita.

4.4.2. Altura

Para conocer la altura total que presentaron los árboles de nuestro estudio se utilizó un estadal Modelo Crain Enterprise, Inc. No 90180, la altura fue medida desde el suelo (base del fuste) hasta el extremo de la yema terminal del fuste (ápice). Las mediciones se realizaron a 45 árboles con la expresión sexual femenina y 35 árboles con la expresión sexual hermafrodita.

4.4.3. Área foliar

Para conocer el promedio del área foliar de los 80 árboles en estudio, se seleccionaron 5 hojas por árbol. En total se colectó y midió el área foliar de 225 hojas maduras del sexo femenino y 175 hojas maduras del sexo hermafrodita. El aparato que se utilizó fue el medidor de área foliar LI-3100, posteriormente se sacó la media del área foliar para cada árbol y cada expresión sexual.

4.5. Análisis estadístico

Para analizar los datos y determinar si había diferencia entre los árboles femeninos y hermafroditas en relación a las variables morfológicas se realizaron los siguientes análisis:

- Las variables fueron examinadas en cuanto a la normalidad con la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov y la prueba de Levene para homogeneidad de varianza.
- Con respecto al diámetro los datos no se ajustaron a una distribución normal ($p= .000$), pero en la prueba de homogeneidad las varianzas fueron iguales ($p= 0.432$) por lo que se realizó una prueba no paramétrica de *U* Mann-Witney.
- Con respecto a la altura los datos no presentaron una distribución normal ($p= .001$) pero presentaron varianzas iguales ($p=0.51$), por lo que se realizó una prueba no paramétrica de *U* Mann-Witney.
- El área foliar presentó una distribución normal ($p= 0.495$) por lo que se realizó una prueba T para datos independientes, junto con la prueba de Levene para igualdad de varianzas ($p= 0.94$).

Los graficas comparativas fueron realizados en Excel para presentar los datos.

5. RESULTADOS

5.1. Expresión sexual

En el monitoreo de las tres épocas de floración y fructificación de los 80 árboles en la plantación de Montejo se pudo determinar que 45 plantas (56.25%) produjeron solo frutos, por lo tanto los árboles fueron registrados con la expresión sexual femenino, mientras 35 plantas restantes (43.75%) produjeron solo floración y se registraron como árboles hermafroditas.

5.2. Diámetro

Los árboles femeninos presentaron un diámetro promedio de 42.09 ± 1.70 cm y en los árboles hermafroditas de 52.47 ± 2.48 cm (Figura 8). De acuerdo a los análisis hubo diferencia estadísticamente significativa entre la expresión sexual y la variable diámetro ($z = -3.73$, $p = 0.000$).

5.3. Altura

La altura de los árboles femeninos fue de 10.59 ± 0.268 m y en los árboles hermafroditas fue de 12.71 ± 0.514 m (Figura 10). La diferencia en altura favoreció a la expresión sexual hermafrodita siendo estadísticamente significativa ($z = -3.026$, $p = 0.002$).

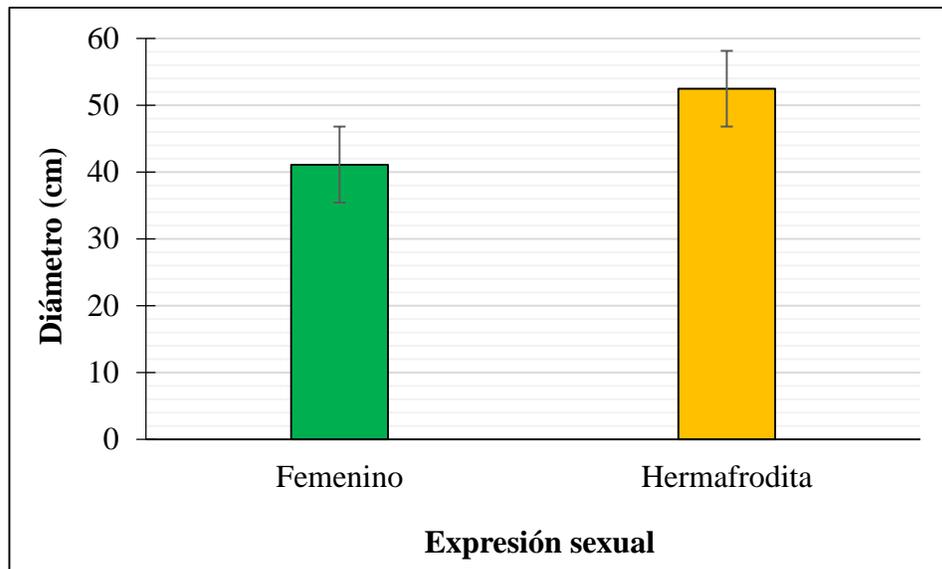


Figura 8. Comparación del diámetro entre los árboles con distinta expresión sexual (Las barras de error representan el error estándar alrededor de la media).

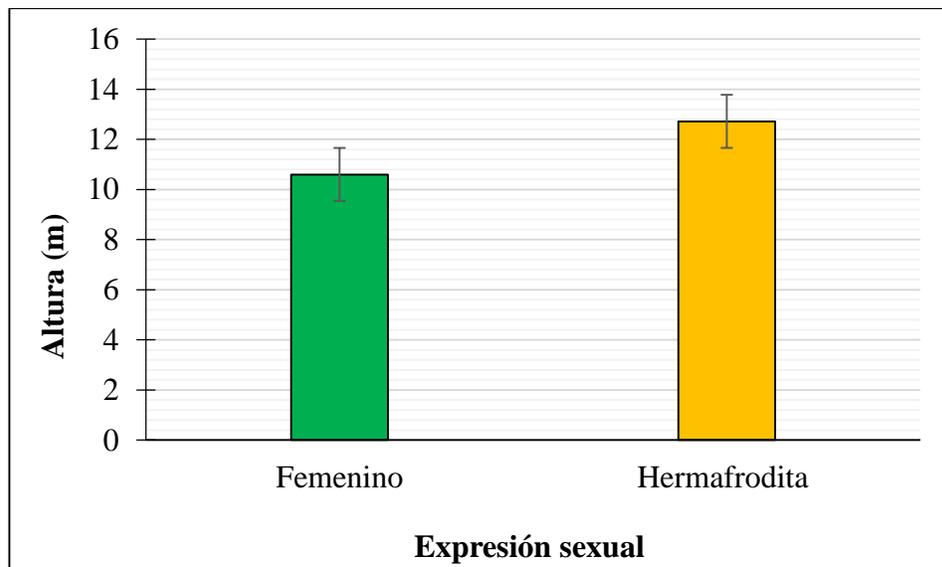


Figura 9. Comparación de la altura entre los árboles con distinta expresión sexual (Las barras de error representan el error estándar alrededor de la media).

5.4. Área foliar

Con respecto al área foliar los árboles femeninos presentaron una media de $28.15 \pm 1.99 \text{ cm}^2$ y en los árboles hermafroditas fue de $25.28 \pm 2.28 \text{ cm}^2$. La diferencia del área foliar entre la sexualidad en los árboles fue de $2.87 \pm 3.03 \text{ cm}^2$ a favor de los femeninos, no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($t= 0.947$, $p= 0.347$).

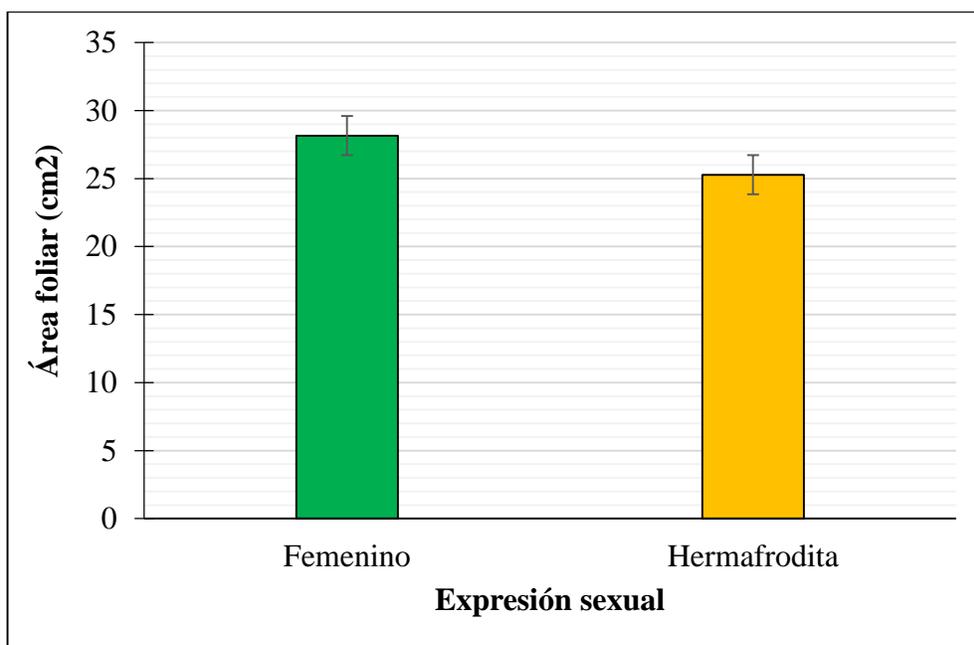


Figura 10. Comparación del área foliar entre los árboles con distinta expresión sexual (Las barras de error representan el error estándar alrededor de la media).

6. DISCUSIÓN

Los árboles que crecieron en la plantación de Paseo de Montejo durante 100 años con el manejo necesario, tenían una producción abundante de follaje, floración y fructificación además de diámetros hasta de 90 cm y altura de 18 m como se ha reportado para el resto de la Península de Yucatán donde su altura máxima oscila entre los 15-22 m (Durán, *et al*, 2000) estos datos fueron indicadores que los árboles se adaptaron y establecieron adecuadamente a las condiciones ambientales y limitaciones del lugar a lo largo de su desarrollo.

La plantación en nuestro estudio es considerado un laboratorio natural de ramón donde se puede dar seguimiento a los aspectos fenológicos de la especie, en nuestro estudio se identificó la expresión sexual de las flores hermafrodita en dos picos de floración (Noviembre y Abril) y el pico de fructificación en los meses de Mayo y Junio. Peters (1989) menciona que la fenología está relacionada con la periodicidad de lluvias, las flores se producen en la estación de seca y la producción de fruto en temporada de lluvia.

El estudio de la sexualidad de *Brosimum alicastrum* es un área científica poco estudiada, el trabajo realizado en los Alpes, Veracruz por Peters (1989) registró por primera vez la modificación del sexo en la especie, sugiere que esta modificación es facultativa y que no todos los árboles adultos en la población cambian de sexo. Dentro de las observaciones en la plantación de Paseo de Montejo podemos contribuir a determinar que al menos en las épocas de muestreo de floración y fructificación no se registró un cambio en la expresión sexual en ningún individuo, el sistema reproductivo de la plantación es denominado ginodioico bajo la condición que la plantación está conformado por dos tipos de árboles i) arboles con flores femeninas donde se observó la producción de frutos y ii) árboles con flores hermafrodita con producción de polen con las siguientes frecuencias de sexos: 56.25% sexo femenino y 43.75% sexo hermafrodita.

La variación de la frecuencia del sexo femenino entre las poblaciones es una característica notable de especies ginodioica donde las plantas femeninas y hermafrodita coexisten (Webb,

1999). En *lobelia siphilitica* la sexualidad femenina parece producir la misma cantidad de semillas que la sexualidad hermafrodita pero la proporción de árboles femeninos en algunas poblaciones es alta (90%) y en otras la sexualidad femenina está ausente (Dudle, *et al*, 2001). En *Cucurbiata foetidissima* los femeninos producen cantidades mayores de semillas que los árboles hermafroditas, pero la proporción de sexo en las poblaciones es en promedio del 32% de sexo femenino (Kohn, 1989).

Bailey, *et al*, (2003), menciona que las plantas con este sistema sexual tiene una gran variación en la proporción de la expresión sexual en sus poblaciones, dentro de la biología evolutiva el patrón que explica esta gran variación está dada por la interacción de varios genes que se encuentran en el núcleo y en el citoplasma los cuales determinan la sexualidad de cada individuo, sin embargo la permanencia tanto del sexo femenino y hermafrodita involucra mecanismos como la compensación, la tasa de autofecundación y los niveles de depresión endogámica que se encuentran en una población ginodioica (García-García, 2006).

Se ha observado en los árboles de *B. alicastrum* que los hermafroditas presentan un alto grado de incompatibilidad ya que la formación del fruto no se lleva a cabo (Huchin-Poot, 2013) por lo que la depresión endogámica no juega un papel relevante en esta especie y tanto árboles femeninos y hermafroditas tienen que mantener o aumentar la frecuencia en sus poblaciones.

Se observó de manera significativa en nuestro estudio que los árboles hermafroditas fueron más grandes en altura y diámetro que los árboles femeninos aunque dichos árboles comparten características tanto en el manejo, la edad y las condiciones ambientales de la plantación, Sánchez-Garduño (2005), en su estudio comparte esta misma diferencia en dos poblaciones diferentes de *B. alicastrum* una ubicada en los Alpes, Veracruz y la otra en Chajul, Chiapas y concuerda que los árboles hermafroditas fueron mayores en altura y diámetro que los árboles femeninos.

Otros estudios reportan la misma diferencia en la sexualidad en algunas especies: Yasmashita y Abe (2002), en *Bischofia javanica* menciona que los árboles femeninos son más grandes que

los árboles masculinos, Shea *et al* (1993), estudio a la especie *Nyssa aquatica* donde encontró que el sexo masculino es más grande que las femeninas, y *Aristema triphyllum* presenta una diferencia en tamaño marcada por la edad de la planta, produce flores masculinas cuando es pequeña y flores y frutos cuando es grande (Yasmashita y Abe, 2002).

Si bien la diferencia en el tamaño (altura y diámetro) de la expresión sexual en la plantación de nuestro estudio y en las poblaciones de ramón en diferentes sitios sigue este mismo patrón, podríamos explicarlo como el mecanismo de la compensación que realiza cada individuo para mantenerse y aumentar su frecuencia. Los árboles femeninos tienen un costo de reproducción más alto por la producción de fruto y pueden compensar estos esfuerzos reproductivos reduciendo los recursos asignados al crecimiento y mantenimiento vegetativo y producir un mayor número de semillas o de mejor calidad, mientras los árboles hermafroditas al ser autoincompatible tienen que asignar todo su esfuerzo en la producción de polen por lo cual responde a encontrar árboles hermafroditas con un crecimiento mayor en altura y por lo consiguiente en el diámetro para garantizar una mayor dispersión anemofilia del polen como su respuesta reproductiva (Obeso, 2003).

Con respecto al área foliar no fue una característica morfológica estadísticamente significativa para definir un patrón en el tamaño de la hoja de cada expresión sexual, sin embargo si existe dicha diferencia que si bien no es marcada por el sexo si podría ser influenciado por otro factor, Sánchez-Garduño (2005), realizó el mismo análisis en las hojas de *B. alicastrum* y tampoco registro diferencia significativa, es por ello que esta variable es un buen indicador que hay que estudiar con un mayor detenimiento.

7. CONCLUSIONES

La identificación de la expresión sexual en los 80 individuos de la plantación de Montejo está conformada por árboles con flores hermafroditas que presentaron una frecuencia del 43.75% y árboles del sexo femenino con una frecuencia del 56.25%, esta variación es una característica común en las especies ginodioica.

El diámetro se relacionó con la expresión sexual, se encontraron árboles hermafroditas más grandes que los árboles femeninos y la altura también fue relacionada con la expresión sexual donde árboles hermafroditas fueron más altos que los árboles femeninos, los resultados fueron estadísticamente significativo.

El área foliar estadísticamente no resultó ser significativo para relacionar esta variable con la expresión sexual, sin embargo otros estudios con más detenimiento podrían explicar la diferencia encontrada en el tamaño de los árboles de Montejo.

8. REFERENCIAS

- Ascencio-Álvarez, A.; Martín-Mex, R.; Tucuch-Hass, J.; Huichín-Poot, E.; Andrade-Canto, S.; Gámez-Vázquez, A.; Larqué-Saavedra, A. (2014). Identificación del insecto agallador (*Trioza rusellae* Tuthill) en hojas de *Brosimum alicastrum* Swartz, en Yucatán, México. *Rev. Chapingo Serie Cienc.Forest y del Amb.*
- Aragón, U. R. (1990). Caracterización preliminar del ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz), in situ en el bosque muy húmedo subtropical cálido del Petén, Guatemala. Tesis de Licenciatura. Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala. Gua. 123 p.
- Arguedaz, M. (2007). Plagas y enfermedades forestales En costa rica. Kurú: Revista Forestal (Costa Rica) 4(11 y 12 especial).
- Ayala, A.; 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.* 7:10-16.
- Bailey, MF.; Delph, LF.; Lively, CM. (2003). Modeling gynodioecy: novel scenarios for maintaining polymorphism. *American Naturalist*, 161, 762–76.
- Benítez, G.; Pulido-Salas, M.T.; Equihua, M. (2004). Árboles multiusos nativos de Veracruz para reforestación, restauración y plantaciones Instituto de Ecología, A. C. SIGOLFO, CONAFOR, Xalapa, Veracruz, México. 288 p.
- Berg, C.C. (1972). *Brosimum alicastrum* Sw. *Flora Neotrópica* 7, 183-186. *Flora Neotrópica.* Organizaron for Flora Neotrópica (NY, EE.UU). Monograph. (7), 229.
- Calvino, M. (1952). Plantas forrajeras y subtropicales. Editorial Trueco. México. pp. 244-253.
- Camacho, M. P.; Canessa, A. E. (1980). El ojoche: especie forestal de uso múltiple. *Tecnología en Marcha (Costa Rica)*, 2(4), 19-27.
- Chavelas, P.J; Devall, S.M. (1988). *Brosimum alicastrum* Sw. Árboles útiles de la parte tropical de América del Norte. Ed. por M.R. Bums; M. Mosquera. Comisión Forestal de América del Norte. Publicación no.3.
- Cook, O. F. (1935). The Maya breadnut in southern Florida. *Science New Series*, 82:2139:615-616.

- CONABIO. (1972). *Brosimum alicastrum* Sw. subsp. *alicastrum*. Flora Neotrópica. 7: 170-171.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)-Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2012). *Brosimum alicastrum* Swartz. Available by Sistema de Información para la Reforestación (SIRE)-Paquetes Tecnológicos. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/891Brosimum%20alicastrum.pdf> (Junio 2013).
- Cordero, J.; Boshier, DH. (2003). Árboles de Centroamérica: Un manual para extensionista. Oxford Forestry Insitute and Centro Agronómico Tropical y Enseñanza. Pp. 403-406.
- Domme, B; Assoaud, W.; Valderyon, G. (1978). Natural selection and gynodioecy in *Thymus vulgaris*. Bontanical Journal of the Linnean Society 77:17-28.
- Dorken, M. E.; Barrett, S. C. (2004). Phenotypic plasticity of vegetative and reproductive traits in monoecious and dioecious populations of *Sagittaria latifolia* (Alismataceae): a clonal aquatic plant. Journal of Ecology, 92(1), 32-44
- Durán, R.; Dorantes, A.; Simá, P.; Méndez, M. (2000). Manual de propagación de plantas de la Península de Yucatán. Vol. II Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C., Mérida, Yucatán. 105 p.
- Duch-Gary, J. (1988). La conformación territorial del estado de Yucatán, Mérida, Universidad Autónoma de Chapingo, Centro Regional de la Península de Yucatán, 427p.
- Dudle, D.; Mutikainen P.; Delph, L.F. (2001). Genetics of sex determination in the gynodioecyous species *Lobelia siphilitica*: evidence from two populations. Heredity 86:265-276.
- García, E. C., & García, C. A. A. (2006). Origen, mantenimiento y evolución del ginodioicismo.
- Geilfus, F. (1994). El árbol al servicio del agricultor. Manual de Agroforestería para el desarrollo rural. 2. Pp.: 656-657.
- Gianoli, E. (2004). Plasticidad fenotípica adaptativa en plantas, en: Fisiología Ecología en Plantas, Maniro, H. (ed). Ediciones Universitarias de Valparaíso, Valparaíso. Pp. 13-25.

- González-Rodríguez, B.M. (2011). El palacio del General Cantón 100 años de historia. Primera edición, Mérida, Yucatán.
- Gutiérrez-Cámara, C. (2001). Cronología histórica y arquitectónica del Paseo de Montejo. Colección Capital Americana de la cultura. Ayuntamiento de Mérida.
- Guzmán, A.R. (1986). Conozcamos al ramón. Ministerio de Agricultura Ganadería y alimentación. Unidad de Comunicación Social, Guatemala, C.A. Consultado el: 7 de septiembre de 2014. Del sitio web: <http://tculhane.bol.ucla.edu/rainforest.htm>.
- Hernández-González, O.; Vergara-Yoisura, S.; Larqué-Saavedra A. (2013). Estudios sobre *Brosimum alicastrum*: 1-Primeras etapas de crecimiento en una plantación comercial. Rev. Méx. Cien. For. Enviado.
- Huchin-Poot, R.I. (2013). Estudio Preliminar de la floración, la formación del fruto y la germinación de *Brosimum alicastrum*. Licenciatura, Instituto Tecnológica de Conkal.56p.
- Huchin-Poot, E.G. (2012). Diagnóstico e identificación de enfermedades y plagas del ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz). Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico de Conkal. Yucatán, México.
- Jiménez-Osornio, J.J.; Ruenes-Morales, R.; Montañez-Escalante, P. (1999). Agrodiversidad de los solares de la península de Yucatán. Red Gestión de Recursos Naturales. 14: 30-40 pp.
- Jong, T. J., & Meijden, E. (2004). Sex Ratio of Some Long-Lived Dioecious Plants in a Sand Dune Area. *Plant Biology*, 6(5), 616-620.
- Kohn, J. (1989). Sex ratio, seed production, biomass allocation and the cost of male function in *Cucurbita foetidissima* (Cucurbitaceae). *Evolution* 43:1424-1434.
- Lambert, J.D.H.; Arnason, J.T. (1982). Ramón and Maya ruins: An ecological, not an economic, relation. *Science*. 216: 298-299.
- Landis, T. D., R. Tinus, S. E. Macdonald, J. P. Barnett, R. G. Nisley, D. T. Rodríguez, R. V. Sánchez, Aldana, R.B. (2000). Fertilización y riego. Volumen Cuatro. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Manual Agrícola 674. Dpto. de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio Forestal. 126 p.

- López, G.F.M. (1993). Explotación del ramón (*Brosimum alicastrum*) como fuente de forraje. Tesis de Licenciatura. Univ. Autónoma de Chapingo. Dpto. de Zootecnia. 76 p. Chapingo, México.
- Lüttge, U. (1997). *Physiological Ecology of Tropical Plants*. Springer-Verlag, New York. pp: 384.
- Martínez, O. E.; González, R. (1997). Vegetación del sureste de Tamaulipas. *Biótica (Méx.)* 2(2): 1-45.
- Martínez, E.; Galindo-Leal, C. (2002). La vegetación de Calakmul, Campeche, México: clasificación, descripción y distribución. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal (redalyc)*. 71: 7-32.
- Meiners M.C., Sánchez Garduño, De Blois S. (2009). El Ramón: Fruto de nuestra cultura, raíz para la conservación. *CONABIO. Biodiversitas*. 87: 7-10 pp.
- Méndez-González, M.; Dúran-García, R.; Borges-Argáez, R.; Peraza-Sánchez, S.; Dorantes-Euan, A.; Tapia-Muñoz, J.; Torres-Avilés, W.; Ferrer-Cervantes, M. (2012). Flora medicinal de los mayas peninsulares. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Fordecyt-Conacyt, Fomix, Pronatura Península de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. 42-43 p.
- Mendoza-Castillo, H.; Tzec-Simá, G.S.; Solorio-Sánchez, F. (2000). Efecto de las frecuencias de rebrote sobre la producción y calidad del follaje del árbol "ramón" (*Brosimum alicastrum* Swartz). *Livestock Research for Rural Development* 12 (4).
- Morales-Ortiz, Edgar R; Herrera-Tuz, Luis Gerardo. (2009). Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz.). Protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje. Programa de Germoplasma. Forestal CONAFOR, Yucatán.
- Moreno, F.; Plaza G.; Magnitskiy, S. (2006). Efecto de la testa sobre la germinación en semillas de caucho (*Hevea brasiliensis* Muell.). *Agro. Colomb.* 25 (1), 290-295.
- National Academy of Science. (1975). Underexploited tropical plants with promesen economic value. National Research Council. Washington. D.C. USA. Pp. 114-188.
- Obeso, J.R. (2002). The costs of reproduction in plants. *New Phytologist* 155: 321-348.

- Pardo-Tejeda, E.; Gómez-Pompa, A.; Sosa-Ortega, V. (1976). El ramón. INIREB Informa: Comunicado No. 3 sobre recursos bióticos potenciales del País. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, México. 73-140.
- Pardo-Tejeda, E.; Sánchez-Muñoz, C. (1980). *Brosimum alicastrum* (ramón, capomo, ojite, ojoche) recursos silvestre desaprovechado. (2ª ed.). Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos, Xalapa, Veracruz, México. 413p.
- Pennington, T.D.; Sarukhán, J. (1998, 2005). Árboles Tropicales de México. Manual Para Identificación de Las Principales Especies. Fondo de Cultura Económica/ Universidad Autónoma de México/México, D.F/Págs.138-139.
- Pennington, T.D.; Sarukhán, J. (1968). Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. México D. F. FAO-Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 413 p.
- Pennington; T.D; Sarukhán, J. (2005) *Brosimum alicastrum*. Distribución potencial, escala 1:4000000., CONABIO. Consultado el: 9 de Junio del 2015, del sitio web http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/layouts/dis_b_alicgw.
- Pérez, J. L.; Sarukhán, J. (1970). La vegetación de la región de Pichucalco, Chis. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Publ. Esp. No. 5. México, D.F. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. 49-123.
- Peters, C. M. (1989). Reproduction, growth and the population dynamics of *Brosimum alicastrum* Sw. in a moist tropical forest of central Veracruz, México. PhD, Thesis. Yale University. EEUU. 258 p.
- Peters, C.M. (1983). Observations on Maya subsistence and the ecology of a tropical tree. *American Antiquity*. 48: 610-614.
- Peters, C. M.; Pardo-Tejeda, E. (1982). *Brosimum alicastrum* (Moraceae): Uses and Potential in México. *Economic Botany* 36(2): 166-175.
- Pearce, F. (2006). Interview: A gift from the Mayans. *New Scientist*. 2553. p. 48-9.
- Puleston, D. E. (1968). *Brosimum alicastrum* as a subsistence alternative for the classic Maya of the central southern lowlands. Master Thesis, Pennsylvania University, Pennsylvania, M.A. EEUU. 141 p.

- Puleston, D.E. (1972). Ancient Maya settlement patterns and environment at Tikal, Guatemala: implications for subsistence models. Ph.D. Dissertation, Univ. Pennsylvania, Philadelphia, U.S.A.
- Proulx, S. R. (2004). Sources of stochasticity in models of sex allocation in spatially structured populations. *Journal of evolutionary biology*, 17(4), 924-930.
- Proulx, S. R. (2004). Sources of stochasticity in models of sex allocation in spatially structured populations. *Journal of evolutionary biology*, 17(4), 924-930.
- Sánchez-Garduño, C.M. (2005). Reproductive Ecology of *Brosimum alicastrum* (Moraceae) in the Neotropical Rainforest. Doctorado. University of London and the Diploma of Imperial College.
- Shea, M. M., Dixon, P. M., & Sharitz, R. R. (1993). Size differences, sex ratio, and spatial distribution of male and female water tupelo, *Nyssa aquatica* (Nyssaceae). *American Journal of Botany*, 26-30.
- Serrano, L.; Sermeño, J.M. (2010). Informe y recomendaciones de visita al área natural protegida de Chaguantique, Jiquilisco puerto el triunfo, departamento de Usulután, El Salvador, C.A. universidad de El salvador facultad de ciencias agronómicas departamento de protección vegetal.
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Consultado el 29 de Mayo del 2015 en <http://www.tropicos.org/Name/21301945>.
- Valla, J. J. (1995). Botánica. Morfología de las plantas superiores. Buenos Aires. Editorial. Hemisferio Sur. 9na reimpresión. 267-305.
- Vega-López, A.; Valdez-Hernández, J.I.; Cetina-Alcalá, V.M. (2003). Zonas ecológicas de *Brosimum alicastrum* Sw. en la costa del Pacífico Mexicano. *Madera y Bosques*. 9(1):27-53.
- Verdú, M; Montilla, A. I; Pannell, J. R. (2004). Paternal effects on functional gender account for cryptic dioecy in a perennial plant. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 271(1552), 2017-2023.
- Wadsworth, H.F. (s/f). Producción forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los E.E.U.U. Servicio Forestal. Manual de Agricultura 710. S. Washington. DC. p. 563.

Webb, C. (1999). Empirical studies: Evolution and maintenance of dimorphic breeding systems. En: Geber, M.; Dawson, T.; Delph, L.F. Eds. *Gender and Sexual Dimorphism in Flowering Plants*, pp. 61-96, Springer Verlag, Berlín.

Yamashita, N.; Abe, T. (2002). Size distribution, growth and inter-year variation in sex expression of *Bischofia javanica*, an invasive tree. *Annals of Botany* **90**: 599-602.

ANEXO

Anexo 1. Prueba de homogeneidad de varianza en la variable diámetro

		Prueba de Levene para igualdad de varianzas	
		F	Sig.
Diámetro	Se han asumido varianzas iguales	.007	.432
	No se han asumido varianzas iguales		

Anexo 2. Prueba de normalidad en la variable diámetro.

Prueba de Kolmogorov-Smirnov		Diámetro
Diferencias más extremas	Absoluta	.489
	Positiva	.489
	Negativa	-.006
Z de Kolmogorov-Smirnov		2.169
Sig. asintót. (bilateral)		.000

Anexo 3. Prueba de U Mann Whitney de la variable diámetro

	sexo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Diámetro	1	45	31.94	1437.50
	2	35	51.50	1802.50
	Total	80		

	Diámetro
U de Mann-Whitney	402.500
W de Wilcoxon	1437.500
Z	-3.734
Sig. asintót. (bilateral)	.000

Anexo 4. Prueba de homogeneidad de la varianza en altura.

		Prueba de Levene para igualdad de varianzas	
		F	Sig.
Altura	Se han asumido varianzas iguales	4.367	.051
	No se han asumido varianzas iguales		

Anexo 5. Prueba de normalidad de la variable altura

		Altura
Diferencias más extremas	Absoluta	.432
	Positiva	.432
	Negativa	.000
Z de Kolmogorov-Smirnov		1.916
Sig. asintót. (bilateral)		.001

	sexo	N	Rango promedio	Suma de rangos
Altura	1	45	33.57	1510.50
	2	35	49.41	1729.50
	Total	80		

	Altura
U de Mann-Whitney	475.500
W de Wilcoxon	1510.500
Z	-3.026
Sig. asintót. (bilateral)	.002

Anexo 7. Prueba de normalidad de la variable área foliar

Prueba de Kolmogorov-Smirnov		área Foliar
Diferencias más extremas	Absoluta	.187
	Positiva	.029
	Negativa	-.187
Z de Kolmogorov-Smirnov		.831
Sig. asintót. (bilateral)		.495

Anexo 8. Prueba de T para pruebas independientes de la variable área foliar

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Área Foliar	Se han asumido varianzas iguales	.005	.945	.947	78	.347	2.87248	3.03436	-3.16848	8.91343
	No se han asumido varianzas iguales			.946	72.917	.347	2.87248	3.03774	-3.18184	8.92679

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas	
		F	Sig.

Area Foliar	Se han asumido varianzas iguales	.005	.945
	No se han asumido varianzas iguales		