
TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

TESIS

“Aspectos de la reproducción sexual y asexual de *Brosimum alicastrum* para su aplicación en la bioprospección de esta especie con fines farmacéuticos”

Que presenta:

José Miguel Mut Chan

para sustentar el título de:

Ingeniero en innovación agrícola sustentable

Director M.C. Pedro Francisco Velázquez Ehuán

Codirector Dr. Juan Alberto Moo Puc

Calkiní, Campeche, México

Octubre, 2025



Educación
Secretaría de Educación Pública



Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Subdirección de Planeación y Desarrollo

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante

Calkiní, Campeche 07/03/2025
P/03/25/619

INGENIERIA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE

CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

C. JOSE MIGUEL MUT CHAN 7307
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERIA EN INNOVACIÓN AGRÍCOLA SUSTENTABLE.
PRESENTE

Con relación a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Licenciatura, capítulo VII, fracción I, vigente en este Instituto, y una vez emitido el fallo favorable por el director PEDRO FRANCISCO VELÁZQUEZ EHUAN, y el co-director Juan Alberto Moo Puc, respectivamente, este Instituto consta de no tener inconveniencia para la realización del acto protocolario de titulación integral de su trabajo profesional titulado: **"ASPECTOS DE LA REPRODUCCIÓN SEXUAL Y ASEYUAL DE BROSIMUM ALICASTRUM PARA SU APLICACIÓN EN LA BIOPROSPECCIÓN DE ESTA ESPECIE CON FINES FARMACEUTICOS"**.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Sabiduría, Fortaleza de Nuestra Cultura®

Dr. Jorge Alfonso Hau Puc.
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante.

C.c.p. Archivo


INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE CALKINÍ
"DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR Y APOYO A
ESTUDIANTES"
CLAVE: 04MSU0013P
CALKINÍ, CAMPECHE, MEXICO.



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche,
C.P. 24900 Tel. 996-8134870,
e-mail: se_dcalkini@tecnm.mx | itescam.edu.mx



DEDICATORIA

Dedico mi trabajo a mis padres que fueron aquellas personas que estuvieron conmigo durante todo este proceso, al señor Miguel ángel Mut pinzón y a la señora Rina Esther chan cetz, de igual manera se lo dedico a mis hermanos que en todo momento estuvieron conmigo apoyándome para poder lograr llegar hasta donde estoy, a personas especiales para mí, mi enamorada jaquelin balan, y a los maestros que siempre confiaron en mí, el Ing. Pedro francisco Velázquez ehuan.

AGRADECIMIENTOS

Primero que nada, agradezco a Dios por haberme dado una familia digna y humilde, gracias a ello soy quien soy y estoy por concluir mis estudios, agradezco a mis papas por hacer todo lo posible, guiarme por un buen camino y sobre todo darme amor y apoyo todos los días.

Agradezco al M.C.. Pedro Francisco Velázquez Ehuan por ser uno de los mejores maestros, ayudarme, enseñarme y sobre todo tenerme mucha paciencia en todo maestro, gracias a el me he podido y me estoy formando de una buena manera con muchos conocimientos y aprendizajes.

Agradezco al maestro José Dolores Lira Maas por ser un buen maestro y un gran amigo, dando motivaciones y consejos no solamente a mí, sino a tod@s sus alumnos y amigos.

Resumen.

El ramón *Brosimum alicastrum* es una especie con alto potencial debido a sus propiedades alimenticias, así como su uso medicinal, lo cual lo vuelve una opción para evolucionar a un modelo agroindustrial.

En el contexto de que es una planta prioritaria en el programa “Sembrando vida” considerada un recurso natural importante en comunidades rurales, es conveniente desarrollar información que permita conocer el comportamiento de esta planta en condiciones de producción comercial, que garantice materia prima suficiente para cubrir los procesos necesarios para un futuro farmacéutico industrial y mejorar las condiciones económicas de los productores de esta planta.

Esta tesis evalúa algunos aspectos de las formas de reproducción de *B. alicastrum* que permitan asegurar las etapas iniciales de un establecimiento comercial óptimo para su aplicación en la bioprospección de esta especie con fines farmacéuticos.

En el sistema de reproducción por semilla se obtuvo un promedio de 75% de germinación en charolas de 100 cavidades.

Se utilizó como método de reproducción asexual acodos aéreos, teniendo como mejor tratamiento el uso de peat moss complementado con un enraizador químico basado en el regulador de crecimiento Acido Indol butírico (AIB). El testigo (suelo) obtuvo mejores resultados en relación al uso de humus sólido y perlita, sustratos utilizados en esta evaluación, pero en ninguno de los casos se consideran viables estos sustratos para reproducir asexualmente a *B. alicastrum*.

Palabras clave: *Brosimum alicastrum*, bioprospección, reproducción sexual y asexual.

CONTENIDO

Capítulo I	1
INTRODUCCION.....	1
1.1 Antecedentes	3
1.2 Planteamiento del problema.....	5
1.3 Objetivos.....	6
1.4 Justificación.....	7
1.5 Hipótesis.....	8
Capítulo II.....	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Taxonomía del brosimum.....	9
2.2 composición nutrimental den B. alicastrum.....	10
2.3 Brosimum Usos e importancia	12
2.4 Principales plagas.....	13
2.5 Principales enfermedades.....	13
2.6 Distribución.....	14
2.7 Características de la semilla de Brosimum.....	15
Capítulo III.....	17
MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1 Ubicación.....	17
3.2 Descripción del invernadero.....	18
3.3 Materiales utilizados para la germinación de brosimum.....	18
3.4 Materiales utilizados para la propagación asexual del brosimum.....	20
3.5 Definición diseño experimental.....	20
Capítulo IIII.....	21
RESULTADOS Y RECOMENDACIONES.....	21
4.2 Desarrollo vegetativo del <i>Brosimum</i>	22
4.3 Establecimiento de cultivo.....	24
4.4 Propagacion asexual del <i>Brosimum alicastrum</i>	26
4.5 Conclusiones y recomendaciones.....	29

4.6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31
Anexos.....	34

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Composición de macronutrientes de la semilla de ramón...	11
Tabla 2.	Factores claves para la germinación de B. alicastrum.....	12
Tabla 3.	Porcentaje de enraizamiento de <i>Brosimum alicastrum</i>	27

INDICE DE IMAGENES

Imagen 1	Árbol de <i>Brosimum alicastrum</i>	11
Imagen 2	Semillas de <i>Brosimum alicastrum</i>	15
Imagen 3	Ubicación geográfica donde se realizó la practica.....	16
Imagen 4	Semillas de <i>Brosimum alicastrum</i> recolectadas de distintas localidades.....	18
Imagen 5	Sustrato ocupado en la germinación (peat moss).....	19
Imagen 6	Germinación del Brosimum	21
Imagen 7	Crecimiento de plántulas brosimum alicastrum	23
Imagen 8	Crecimiento del <i>Brosimum alicastrum</i>	23
Imagen 9	Comparación de efectividad de semillas de distintas localidades.....	24
Imagen 10	Limpieza de terreno.....	25
Imagen 11	Plantulas de <i>Brosimum alicastrum</i> en campo.....	26
Imagen 12	Porcentaje de enraizamiento.....	28

CAPITULO I

1 INTRODUCCION

Brosimum alicastrum conocido comúnmente en México como ramón es una especie del bosque tropical perennifolio, (CONABIO, 2014), donde se le conoce localmente por más de 50 nombres comunes, entre ellos ramón, ojite, ojoche, capono, uhi, apomo y otros (Pardo-Tejeda y Sánchez-Muñoz, 1980).

Dentro de la importancia de esta especie se puede clasificaren grandes aspectos, se puede aprovechar prácticamente todas las partes como lo son la leña, alimentación humana y pecuaria, construcción, artesanías, medicinal, materia prima etc. Y desde el punto de vista ecológico, funge como refugio, fuente de alimento para la vida silvestre de las selvas donde habita, es considerado como un suministro de carbono, formador de suelo, entre otros aspectos que lo convierten en un excelente candidato los programas de reforestación (Larque-Saavedra,2014a;Niembro, 2010; Berg, 1972).

El *Brosimum* tiene la capacidad de producir hasta cuatro veces más alimento y 10 veces más proteína por ha que el maíz, sin causar daños al ambiente; y su semilla, follaje, látex y madera tienen un alto potencial económico, tanto para la alimentación (animal y humana) como para usos medicinales y culturales (Ramírez y col., 2017; Domínguez y col., 2019). Sin embargo, aun con toda esta importancia, en la actualidad la especie se distribuye mayormente de manera natural, con prácticamente nulo manejo silvícola (Vergara y col., 2014). La distribución geográfica del árbol de ramón (*Brosimum alicastrum*) es de gran importancia debido a su impacto en diversos ecosistemas y comunidades humanas.

Este árbol es nativo de América Central y se encuentra ampliamente distribuido en países como México, Belice, Guatemala, Honduras y El Salvador. (Berg, 1972) y desempeña un papel crucial en la regeneración y conservación de los bosques tropicales. El árbol tiene una altura por lo regular de 45 m, su corteza externa es lisa, parda, grisácea; las hojas son alternas, de color verde oscuro y brillante en el haz y verde grisáceas en el envés, ovadas o elípticas (2- 7.5 cm de ancho por 4-18 cm de longitud) su ápice es agudo, margen entero. (Ramírez, 2015).

Actualmente, existen plantaciones de *B. alicastrum* en algunos estados de México (ejemplo Nayarit, Jalisco, Yucatán, Quintana Roo) con el objeto de producir forraje para alimentar el ganado, para la producción de café, así como de harinas, entre otros usos. Sin embargo, en algunos otros estados del país, como en Chiapas, donde se utiliza esta especie por sus múltiples beneficios, los pobladores explotan las poblaciones naturales, seleccionando los árboles con base en el uso que se les dará, por lo que algunos individuos o incluso gran parte de la población natural termina desapareciendo (Orantes-García et al, 2012) En este sentido, es urgente el desarrollo de programas de conservación y aprovechamiento sustentables para esta especie.

A pesar de lo anterior, su aprovechamiento como cultivo agrícola, aún no es muy difundido. Se requieren estudios para validar su comportamiento como cultivo, una caracterización para su manejo, para garantizar la calidad y cantidad de materia prima requerida por la agroindustria que pudiesen ser impulsadas por las comunidades rurales. Complementariamente, para consolidar esta idea, también es necesario profundizar sobre los activos que contiene esta planta y que le dan sus propiedades como alimento o medicame

1.1 ANTECEDENTES

Alrededor de 2000 millones de personas en el mundo carecen de seguridad alimentaria, la falta de alimentos nutritivos ha ocasionado que haya una mala nutrición y salud en seres humanos (FAO et al., 2019). Las semillas del árbol ramón (*Brosimum alicastrum*) contienen proteínas, fibra, antioxidantes, aminoácidos esenciales, entre otros nutrientes (Lozano et al., 1982), por lo tanto, pueden contribuir a evitar la inseguridad alimentaria.

Se ha reportado que la harina de las semillas del ramón al ser adicionada en un 25% a la harina de trigo para elaborar tortillas, da como resultado un alimento con alto contenido de fibra (4.5 veces), minerales y compuestos antioxidantes en comparación con las tortillas elaboradas con solo trigo (Subiria-Cueto et al., 2019). Además, se ha observado que la masa de maíz, al combinarla con harina de semilla de ramón para elaborar tortillas, aumenta su contenido de aminoácidos esenciales (Moo-Huchin et al., 2021), y fibra dietética, mejora su adhesividad y es menos dura, pero con más posesividad (Domínguez-Zárate et al., 2019).

En 2019, *B. alicastrum* fue incluido como una especie prioritaria en el programa del Gobierno Federal de México denominado “Sembrando Vida”, cuyo objetivo es propagar esta y otras especies con fines de reforestación (Comisión Nacional Forestal, 2021). Este hecho, aunado a la importancia del árbol Ramón como un recurso local (Ramírez Sánchez et al., 2017), incrementó la demanda de sus ejemplares (planta y fruto) y con ello la necesidad de generar investigación respecto a la silvicultura de la especie (Santillán Fernández et al., 2021)

Tradicionalmente, la pulpa de la fruta de *B. alicastrum*, que se ha descrito como de sabor a albaricoques ácidos, se consumía cruda o se utilizaba para hacer mermeladas (Roys, 1931). Thompson (1930) sugirió que la fruta era nutritiva, se podía comer cruda o las semillas se podían moler para hacer tortillas mientras que las hojas se podían utilizar como forraje para animales.

Investigadores han propuesto que *B. alicastrum* fue cultivado y utilizado por la antigua civilización maya desde el 300 al 900 d. C. Los árboles de *B. alicastrum* son frecuentes cerca de las ruinas mayas, lo que sugiere que los antiguos mayas cultivaban estos árboles (Puleston, 1968). Puelston (1968) informó una correlación positiva significativa ($R=0,86$) entre los asentamientos mayas y los árboles de *B. alicastrum*, y concluyó que es probable que los mayas cultivaran estos árboles y los utilizaran como alimento de subsistencia.

Lambert y Anos (1982) argumentaron que los árboles prevalecían en las ruinas mayas porque esas ruinas proporcionan condiciones de suelo favorables para el crecimiento del hábitat natural. Peters (1983) argumentó que esta prevalencia de árboles de *B. alicastrum* puede deberse a los murciélagos, que son dispersores clave de semillas y eligen hábitats en ruinas mayas, combinados con suelos ricos en piedra caliza que los árboles prefieren.

El uso principal *brosimum* es como fuente forrajera para la alimentación de animales de producción, como los rumiantes principalmente. Aunque también, el forraje se emplea para alimentación de cerdos, caballos y conejos. El forraje tiene 14% de proteína cruda, 3.9% de extracto etéreo o grasas, 13% de cenizas o minerales y 39% de fibra cruda (Ayala et al. 2006). Se ha reportado que los rumiantes prefieren consumir este forraje cuando se oferta de manera simultánea con otras especies arbóreas y gramíneas (Rojas-Schroeder et al. 2017).

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el municipio de Calkiní y sus alrededores es común ver en traspatios muchos arboles de *Brosimum alicastrum* y es por ello que Investigadores como Santillán Fernández et al. (2020) han señalado la necesidad de implementar estrategias de manejo y aprovechamiento del ramón para maximizar sus beneficios y contribuir al desarrollo sostenible de las regiones donde esta especie es nativa. Para ello este trabajo se basa en la búsqueda de alternativas y la evaluación de diferentes métodos de reproducción del *Brosimum alicastrum* mediante efectividad de la germinación de semillas y como lo son los métodos de propagación asexual.

En la actualidad muchas personas se están dando cuenta del gran valor comercial que el *Brosimum alicastrum* tienen, ya que este árbol cuenta con muchos beneficios, no solo económicos, ambientales o sociales, y es por ello que, en las industrias ganaderas, farmacéuticas, comerciales etc. Se estimula que en los próximos años se estimula una gran demanda del *Brosimum alicastrum*, por ello este trabajo busca métodos de propagación sexual (Germinación de semillas) y asexual (Acodos aéreos) para la propagación efectiva de la materia prima.

1.3 Objetivos generales y específicos

Bajo el contexto del proyecto “Bioprospección de *Brosimum alicastrum*, un recurso natural de la península de Yucatán con alto valor agroindustrial y farmacológico aplicable al tratamiento de enfermedades crónico-degenerativas”

El objetivo general es generar datos iniciales que contribuyan a un modelo de producción agroindustrial de *B. alicastrum*.

Objetivos específicos

- Evaluar la efectividad de germinación de semillas de *Brosimum alicastrum*.
- Probar el método de reproducción asexual acodo aéreo del *B. alicastrum* como alternativa para la producción masiva.

1.4 JUSTIFICACION

En México, *B. alicastrum* se distribuye desde el sur de Tamaulipas hasta Quintana Roo, y de Sinaloa a Chiapas (Pennington y Sarukhán, 2005). Es muy apreciado en la Península de Yucatán donde sus semillas llegaron a ser consideradas el maíz de los mayas (Espinosa-Grande et al., 2023). En esta región, actualmente, la especie se distribuye de manera natural, y la recolección de semillas, frutos y forraje se destina a la alimentación animal (Rojas-Schroeder et al., 2017). El taxón también tiene potencial para la alimentación humana y en la industria. El fruto es rico en compuestos fenólicos con actividad antioxidante; su almidón tiene propiedades espesantes y gelificantes adecuadas para alimentos procesados y la industria farmacéutica (Moo-Huchin et al., 2019).

Para el año 2004, se registra el comienzo del aprovechamiento de semillas de ramón en Uaxactún bajo normas orgánicas de aprovechamiento y comercialización. En este mismo año Fores Trade de Guatemala S.A y OMYC publican un informe técnico sobre la cosecha de semilla de ramón, resaltando allí, su valor ecológico, social y potencial económico, de acuerdo con los pasos en esta dirección que había dado OMYC. Con todo esto, se consiguió en el año 2008 que el CONAP estableciera la necesidad de tener un PGM al interior de las CFC que decidieron aprovechar el *Brosimum alicastrum* con fines comerciales.

El desarrollo de esta tesis, responde a la necesidad de encontrar opciones alternativas para el aprovechamiento de *B. alicastrum*, contribuyendo a generar opciones comerciales a productores, principalmente del sector social pertenecientes al programa "Sembrando vida", que tienen establecidas superficies importantes de esta especie y de la búsqueda de moléculas potencialmente activas para el tratamiento de la diabetes mellitus una de las principales enfermedades de la población.

El método de producción tradicional por semilla tiene la desventaja de que la producción de frutos inicia en un prolongado tiempo de varios años, lo cual puede perjudicar si el objetivo del proyecto es producir fruto o semilla, por lo que estudiar

métodos de reproducción asexual pueden reducir significativamente el tiempo para que la planta pueda producir frutos.

1.5 Hipótesis

Con el objetivo de asegurar materia prima para la bioprospección de *B. alicastrum*, se espera encontrar métodos de reproducción efectivos para el establecimiento comercial de *Brosimum*.

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO

2.1 Taxonomía de *Brosimum alicastrum*.

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Rosales

Familia: Moraceae

Género: *Brosimum*

Especie: *Brosimum alicastrum* Sw. (Descrito por Olof Swartz en 1788)

2.1 El árbol de ramón (*Brosimum alicastrum*)

El *B. alicastrum* uno de las especies vegetales endémica de las selvas de América latina, ocupa su nombre científico del griego brosimos, que significa comestible. En México se le llama ordinariamente como “ramón”. Este nombre, que proviene del verbo ramonear, hace referencia a que el ganado vacuno y otros animales domésticos consumen sus semillas, plántulas y hojas (Meiners, Sánchez-Garduño y De Blois, 2009).

El árbol de *Brosimum* presenta una gran tolerancia y adaptabilidad al ambiente que le permite estar presente en 18 estados de México y en diferentes tipos de vegetación tropical, Esta especie puede encontrarse en lugares húmedos a muy húmedos (precipitación media anual de 600-4000 mm, Con estaciones Secas de entre 3—7 meses) pero también resulta Ser muy tolerante a la sequía pudiendo prosperar en sitios húmedos dentro de regiones con muy poca humedad como los cañones en las áridas de Sonora. Se le encuentra en ambientes que varían en tipos de suelo, humedad, temperatura y altitud, Por consiguiente, geográficamente, las poblaciones locales de *B. alicastrum* presentan una notable variación en sus características morfológicas Como lo son la altura, diámetro del tronco, apariencia

de la Corteza, y forma de la hoja, fechas de floración y fructificación así como el tamaño de las semillas (Meiners et al., 2009).

Esta planta fructifica de noviembre a febrero, y de julio a septiembre, con frutos de 2 a 2.5 cm de diámetro, globosas con pericarpio carnoso, y coloración verde cuando son inmaduras y de verde-amarillento a anaranjado-rojizo al madurar; contienen una semilla de 1.5 a 2 cm de diámetro, cubierta por una testa papirácea amarillenta, con dos cotiledones montados uno sobre el otro; son semillas recalcitrantes con porcentajes de germinación inferiores a 50 % (Morales y Herrera, 2009).

En México, *B. alicastrum* se encuentra distribuidos desde el sur de Tamaulipas hasta Quintana Roo, y de Sinaloa a Chiapas (Pennington y Sarukhán, 2005). Es muy valorado en la Península de Yucatán donde sus semillas llegaron a ser consideradas el maíz de los mayas (Espinosa-Grande et al., 2023). En esta región, actualmente, la especie se encuentra de ampliamente distribuida, y la recolección de semillas, frutos y forraje se destina a la alimentación animal (Rojas-Schroeder et al., 2017). El taxón también tiene potencial para la alimentación humana y en la industria. El fruto es rico en compuestos fenólicos con actividad antioxidante; su almidón tiene propiedades espesantes y gelificantes adecuadas para alimentos procesados y la industria farmacéutica (Moo-Huchin et al., 2019).

2.2 Composición nutrimental del árbol de ramón

El *Brosimum alicastrum* es árbol nativo de América Latina, América Central y los países insulares del Caribe (Mienfers et al., 2009) nuez maya es una deliciosa comida saludable, que puede consumirse por completo, incluyendo sus hojas y semillas, e incluso puede ser molido para hacer pan (Sánchez et al., 2016). Lo que ocurre es que sabe cómo el café cuando se prepara como una bebida Sabores, olores y cuela como el café, pero no es amargo como el café tradicional. Cargado con vitaminas y nutrientes: calcio, hierro, potasio, zinc, fibra, Galactagogo, vitaminas A, B, C y ácidos E & aminoácidos. El café de semilla de ramón es un sustituto del café caliente o frío.



Imagen 1. Árbol de *Brosimum alicastrum*

De acuerdo con estudios de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), las nueces de ramón -como se le conoce al fruto- tienen sabor a castañas, una gran cantidad de triptófano (relajante natural), un aminoácido deficiente en las dietas a base de maíz que ayuda a que el organismo elabore sus propias proteínas (Ruiz, 2013).

Nutrientes	Fao 1993	Peters Et al.b 1982	Maya nut Institute 2007	Centro de investigación científica Yucatán 2011
Carbohidratos	76.1	..	76.2	72.25
Fibras crudas	6.2	4.6	18.94	4.96
Lípidos	1.6	..	0.44	1.1
Proteínas	11.4	12.8	9.28	12.24
Energía	363	361	345.9	347.86
Humedad %	6.5	40-50	10.95	5.88

Tabla 1. Composición de macronutrientes de la semilla de ramón.

Fuentes: a[FAO], b[Peters et al.], c[el Mayan Nut Institute], d[Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C.]

2.3 Uso e importancia del *Brosimum*

Brosimum alicastrum es un árbol de uso múltiple y de enorme importancia agroforestal (Niembro, 2010), es considerado un sumidero de carbono que durante el día a altas temperaturas realiza fotosíntesis con alta eficiencia en el uso de agua, pudiendo adaptarse a diversas condiciones ambientales (Hernández González et al, 2019); es común y dominante cerca de las ruinas de sitios antiguos (Bergt 1972), una fuente de alimento muy importante para el desarrollo de la cultura maya (Meiners et 2009), Actualmente es muy fácil encontrarlo en huertos familiares, atrios de iglesias, avenidas, parques y jardines, dónde es utilizado también como planta de sombra y ornato (Niembro, 2010).

Su madera se emplea como leña, postes, mangos de herramientas, construcción, fabricación de muebles, artesanías, como pulpa para papel, etc. El látex que produce es comestible, además se utiliza en el tratamiento de enfermedades como el asma, diabetes, tuberculosis y bronquitis (Niembro, 2010),

Factores claves durante la práctica de germinación de *Brosimum alicastrum*

Etapas Fenológicas	Temperatura Óptima (°C)	Humedad Relativa (%)
Germinación	25 - 30°C	70 - 90%
Plántulas	25 - 30°C	60 - 80%
Trasplante	22 - 30°C	50 - 70%

Tabla 2. Factores claves para la germinación de *B. alicastrum*

2.4 Principales plagas del *Brosimum alicastrum*

Brosimum alicastrum puede verse afectado por varias plagas que impactan su crecimiento y salud

Insectos defoliadores: *Leucoptera coffeella* (Guérin-Ménéville, 1842): Minador de hojas que se alimenta del tejido foliar, reduciendo la capacidad fotosintética del árbol. *Sylepta salicalis* (Guenée, 1854): Oruga que consume las hojas, causando defoliación y debilitamiento general de la planta.

Barrenadores del tallo y tronco: *Xyleborus ferrugineus* (Fabricius, 1801): Escarabajo barrenador que perfora el tronco y las ramas, debilitando la estructura del árbol y exponiéndolo a enfermedades. *Copturus aguacatae* (Kissinger, 1957): Gorgojo que afecta las ramas jóvenes, provocando la descomposición de la madera.

Áfidos y escamas: Áfido negro *Toxoptera aurantii* (Boyer de Fonscolombe, 1841) que succiona la savia de los brotes jóvenes, debilitando el árbol. *Coccus viridis* (Green, 1889): Escama que se alimenta de la savia y puede causar fumagina en las hojas, afectando la fotosíntesis.

Termitas: *Nasutitermes* spp. (Dudley, 1890): Termitas que atacan la madera muerta y las estructuras debilitadas, comprometiendo la estabilidad del árbol.

2.5 Principales enfermedades del *Brosimum alicastrum*

Antracnosis causada por *Colletotrichum* spp: Esta enfermedad fúngica es común en diversas plantas tropicales, afecta principalmente las hojas, causándoles manchas oscuras y necróticas. En etapas más avanzadas, puede ocasionar la caída prematura de las hojas

Podredumbre blanca *Trametes versicolor*: Esta enfermedad afecta principalmente la madera del árbol. El hongo descompone la celulosa y la lignina de la madera, causando su pudrición y debilitando el árbol.

Mildiu polvoriento *Oidium spp.*: Produce una capa blanca y polvoriento en la parte superior de las hojas del árbol de Ramón. Esta enfermedad puede reducir la eficiencia fotosintética de las hojas, debilitando el árbol y afectando su desarrollo. (Link 1809)

Muerte regresiva por *Phytophthora spp.*: afecta las raíces y el sistema vascular del árbol de *B. alicastrum*. Esta enfermedad provoca una descomposición de las raíces, lo que interrumpe la absorción de agua y nutrientes, llevando a la muerte regresiva de la planta. (De Bary 1876),

2.6 Distribución:

Brosimum alicastrum es originario de los bosques húmedos de América tropical (Berg, 1972). Y esta se distribuye en las zonas tropicales de América, desde México, hasta el norte de Brasil, incluyendo las islas del caribe (Meiners et al., 2009). En México es uno de los árboles dominantes de las zonas tropicales y se encuentra distribuido en altitudes de 50 a 800 metros sobre el nivel del mar, desde Sinaloa hasta Chiapas del lado del pacífico de Tamaulipas a Yucatán del lado del golfo y el caribe y en la cuenca del río Balsas desde Michoacán hasta Morelos (Berg, 1972).

Actualmente existen programas que capacitan a las mujeres sobre la producción, consumo y venta de semilla de *B. alicastrum*, pudiendo ser esta especie una excelente opción para el desarrollo rural sostenible y la conservación de las selvas tropicales (Meiners et al. 2009), contribuyendo así a la recuperación de terrenos abandonados y a la captación de carbono (Larqué-Saavedra, 2014a, 2013, 2011), con lo que se pretende mitigar el cambio climático, concepto planteado en la Reunión Nacional sobre *B. alicastrum* "El sector forestal en apoyo a la cruzada contra el hambre y el cambio climático" (Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC, 2015), basado en el Decreto por el que se establece el Sistema Nacional para la Cruzada contra el Hambre (DOFI 2013).

2.7 Características de la semilla

La semilla se encuentra dentro de una baya comestible (2 a 3 cm), cuyo color varía de verde cuando es inmadura a café cuando madura. Cuando la baya se seca puede removerse la cutícula y extraer la semilla esférica y aplanada (1 a 2 cm de diámetro), de coloración café y con una cubierta delgada llamada testa, los árboles producen frutos de marzo a abril y de agosto a septiembre cada año. Dependiendo de la talla del árbol, éstos pueden producir entre 75 y 95 kg de semilla al año (Peters y Pardo-Tejada 1982; Hernández-González et al. 2015; Olguin-Maciel et al. 2017; CONABIO 2018



Imagen 2. Semillas de *Brosimum alicastrum*

Las semillas de maíz y *brosimum* fueron probablemente las principales fuentes de alimento para las de las culturas pre colombinas como los mayas del periodo clásico; así como de los pueblos cuya base económica era la agricultura. Los mayas reconocieron el valor del árbol de ramón: que su semilla era más nutritiva y que las

cosechas resistían más a las condiciones climatológicas, haciéndolas entonces más productivas que el maíz y otros cultivos (Meiners et al 2009).

En la alimentación humana, la semilla ha demostrado ser un alimento alto en proteína (11.5%) y fibra dietética (13%) en comparación con el trigo (9.6% y 1.6%, respectivamente). El consumo de fibra ayuda a prevenir y tratar ciertas enfermedades (Subiria-Cueto et al. 2019). La sustitución de 25% de trigo por semilla.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación:

El trabajo se realizó en un vivero ubicado en las instalaciones del Instituto tecnológico de Calkiní, en el del estado de Campeche y donde los árboles y las semillas de árbol de ramón *Brosimum alicastrum* fueron recolectadas en el municipio de Calkiní y Hecelchakán, de igual manera se seleccionaron los árboles de ramón *Brosimum alicastrum* en la parcela de instituto tecnológico de Calkiní ya que estas regiones se caracteriza por una cobertura de selva media subperennifolia y selva alta perennifolia, con suelos arcillosos.

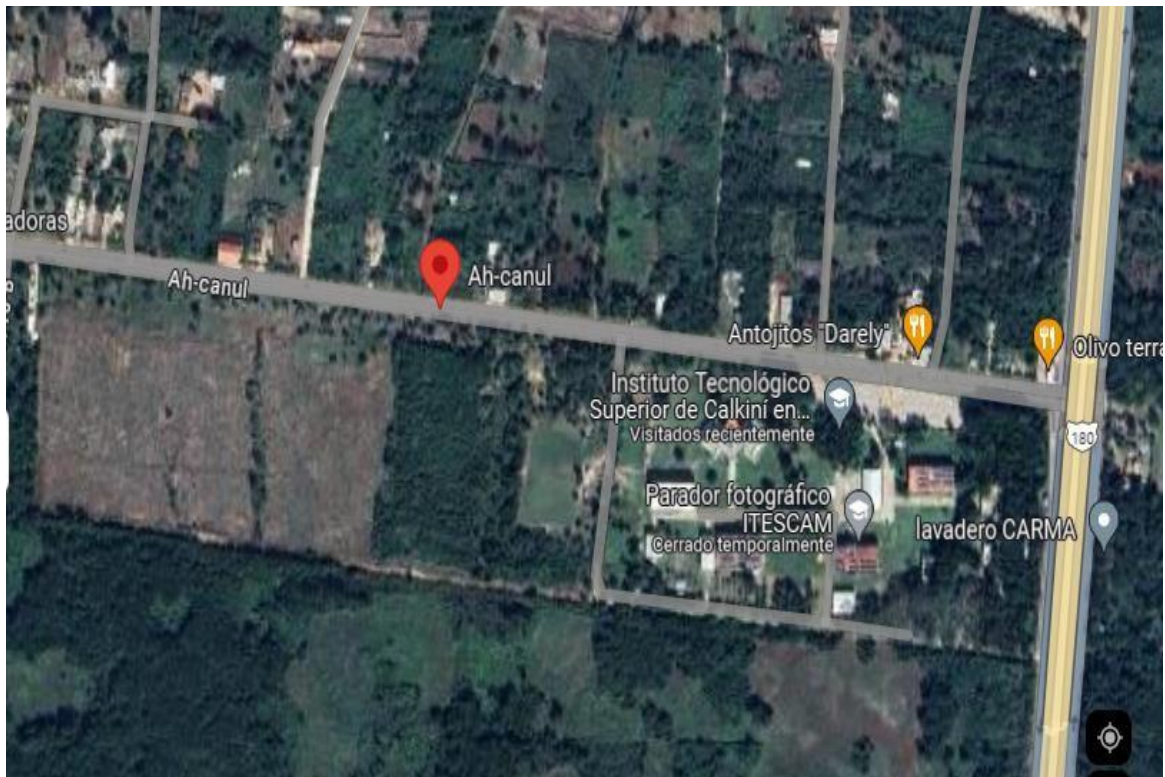


Imagen 3. Ubicación geográfica del proyecto de investigación

3.2 Descripción del invernadero.

El invernadero cuenta con una cobertura plástica de color blanco lechoso que permite la entrada del 50% de rayos UV, se instaló un sistema de riego con aspersores nebulizaste, a los costados cuenta con paredes de malla antiafidos que impide la entrada de insectos, conta con una mesa con capacidad de hasta 10 charolas de plástico para los germinados.

El invernadero se ubica entre el laboratorio de industrias alimentarias y el campo experimental de la carrera de la ingeniería en innovación agrícola sustentable, la estructura tiene un techo en dos aguas. La dimensión de la estructura es la siguiente; diez metros de largo por seis metros de ancho, con una altura de dos metros y medio de alto.

3.3 Materiales usados para el estudio de propagación mediante semillas.

Para el estudio de reproducción sexual se utilizaron los siguientes materiales:

Charola de germinación: Se utilizaron charolas de 100 cavidades, de polietileno, previamente desinfectados con cloro a 50% y enjuagados 3 veces con agua potable, para reducir riesgos de patógenos.



Imagen 4. Sustrato ocupado en la germinación (peat moss)

Peat moss: Se utilizó como sustrato, para garantizar la germinación de la semilla utilizada (Imagen 4).

Semillas de *Brosimum alicastrum*: Las semillas fueron recolectadas de diferentes árboles en diferentes localidades (Calkiní, Hecelchakán, Dzibalché) tomando en cuenta los mejores arboles de *Brosimum*



Imagen 5. Semillas de *Brosimum alicastrum* recolectadas de distintas localidades

3.4 Materiales usados para la propagación asexual del *Brosimum*

Para el estudio de reproducción asexual se utilizaron los siguientes sustratos:

Peat Moss: Se utilizó debido a su capacidad de retención de humedad y pH, lo que favorece la formación de raíces en la zona tratada.

Humus: Se utilizó humus obtenido de vermicompostera.

Perlita: Para mejorar las características del sustrato, se ocupó el material inerte, que permite una mejor aireación en el área de raíces.

Enraizadores: Se ocupó el regulador de crecimiento ácido indolbutírico (AIB) mediante el producto comercial root- factor

Envoltura de plástico: Estas cumplen una función de contener el sustrato y ayudar a **mantener la humedad y temperatura** estable alrededor del acodo, creando un microclima favorable para el crecimiento de las raíces.

Navaja con hoja de acero inoxidable: Se desinfectaron los materiales con alcohol al 70% para evitar posibles contaminaciones durante la practica

3.5 Tratamientos

Se establecieron tres tratamientos y un testigo, de la siguiente manera:

Tratamiento 0 (Testigo) Suelo de monte (Cancab Clasificación maya)(luvisol crómico).

Tratamiento 1, Su composición de sustrato es el siguiente: peat Moss mas enraizador

Tratamiento 2, Su composición de sustrato es el siguiente: humus mas enraizador

Tratamiento 3, Su composición de sustrato es el siguiente: perlita mas enraizador

CAPITULO 4

4.1 Resultados y recomendaciones

En el presente estudio, se evaluó la efectividad del método de propagación sexual de *Brosimum alicastrum* mediante la germinación de semillas. Para ello, se colocaron a germinar un total de 4 charolas de 100 semillas el 11 de septiembre de 2024, obteniendo una tasa de germinación del 75%. Este resultado indica que la propagación de *Brosimum alicastrum* a través de semillas es efectiva y confiable, dado que se alcanzó un porcentaje de germinación relativamente alto.

La tasa de germinación obtenida es comparable con estudios previos que reportan valores similares en condiciones óptimas de humedad y temperatura. Factores como la viabilidad de las semillas, la disponibilidad de agua y las condiciones ambientales pueden influir en la germinación. La eficiencia del 75% por charola sugiere que la mayoría de las semillas utilizadas eran viables y que el ambiente proporcionado fue adecuado para su desarrollo inicial.



Imagen 6. Germinación del *Brosimum*

Este resultado respalda la propagación de *Brosimum alicastrum* mediante el método sexual como una estrategia viable para la restauración y conservación de la especie. Sin embargo, es importante considerar que, aunque la germinación fue alta, el establecimiento exitoso de las plántulas dependerá de otros factores como la competencia con otras especies, la disponibilidad de nutrientes y la presencia de plagas o enfermedades.

Comparado con los datos obtenidos al momento de la germinación, se determinó que el bajo potencial de germinación de las semillas de *B. alicastrum* ha sido documentado por Gillespie et al. (2004) con valores inferiores al 50%, lo que coincidió con los resultados obtenidos en esta investigación, pero contrastaron con lo reportado por Del Amo Rodríguez. (2002) con porcentajes de germinación superiores al 75%. Estas diferencias se explicaron debido a que las semillas de Ramón son recalcitrantes (García, Roque y Méndez, 2012; Loría y Larqué-Saavedra, 2015), propiedad que las hace más sensibles a la deshidratación y rápida pérdida de viabilidad, lo que limita su almacenamiento con fines de propagación.

4.2 Desarrollo vegetativo del *Brosimum*

Durante un periodo de cuatro meses, de noviembre a febrero, se monitoreó el crecimiento de las plántulas de *Brosimum alicastrum*. En noviembre, las plántulas alcanzaron alturas de entre 5 y 10 cm, lo que indica un crecimiento inicial moderado tras la germinación. En diciembre, las plántulas presentaron un incremento en su tamaño, alcanzando entre 10 y 15 cm, lo que sugiere una adaptación favorable a las condiciones del medio.



Imagen 7 crecimiento de plántulas de *Brosimum alicastrum*

Durante las primeras 12 semanas el crecimiento fue de manera sostenida, con alturas registradas entre 20 y 25 cm, mostrando un desarrollo más acelerado en comparación con los meses posteriores. Las plántulas alcanzaron entre 25 y 30 cm, entre la semana 13 a 16 consolidando su establecimiento y evidenciando un crecimiento constante a lo largo del periodo de observación.

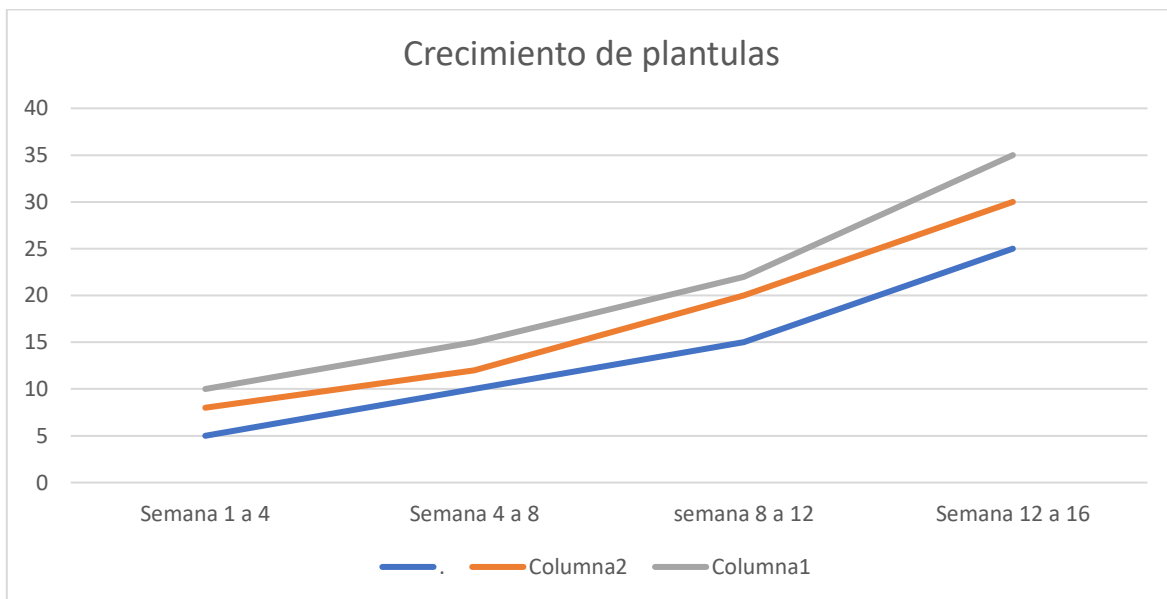


Imagen 8. Crecimiento del *Brosimum alicastrum*.

Se llevó a cabo la recolección de semillas de *Brosimum alicastrum* en tres comunidades del estado de Campeche: Hecelchakán, Dzitbalché y Calkiní. Posteriormente, se realizó la práctica de germinación y en la evaluación comparativa de la calidad de las semillas obtenidas en cada localidad. Los resultados indicaron que las semillas recolectadas en la comunidad de Dzitbalché presentaron un mayor porcentaje de germinación y las mejores características en términos de viabilidad y calidad fisiológica, lo que sugiere un mayor potencial para su uso en propagación sexual.

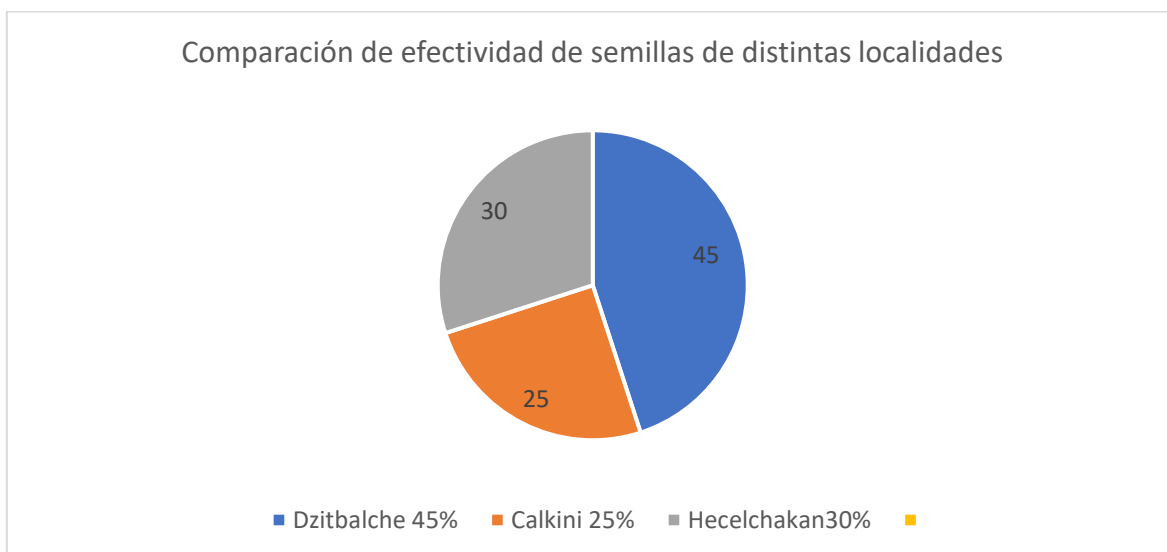


Imagen 9. Comparación de efectividad de semillas de distintas localidades

4.3 Establecimiento de cultivo

Después de cuatro meses, las plántulas de *Brosimum alicastrum* estuvieron listas para ser trasplantadas a campo. Para determinar la densidad de plantación adecuada.

Este método permitió establecer la cantidad óptima de plantas por hectárea, asegurando un adecuado desarrollo y aprovechamiento del espacio disponible. La correcta distribución de las plantas es un factor clave para su crecimiento y supervivencia, ya que influye en la competencia por recursos como la luz, el agua y

los nutrientes. La implementación de este esquema de plantación facilitará el monitoreo del crecimiento de *Brosimum alicastrum* en campo y permitirá evaluar su desarrollo en diferentes condiciones ambientales.

Se realizó una preparación previa del suelo mediante la limpieza de maleza y la nivelación del terreno para evitar encharcamientos y favorecer el crecimiento radicular. Posteriormente, las plántulas fueron distribuidas según la densidad de siembra calculada, asegurando un espaciamiento adecuado para permitir su desarrollo sin competencia excesiva.



Imagen 10. Limpieza de terreno

Durante el proceso de trasplante, se tomó en cuenta la hidratación previa de las plántulas para reducir el estrés por trasplante y mejorar su adaptación a campo.

Además, se implementaron prácticas de riego inicial para garantizar la disponibilidad de humedad en las primeras semanas posteriores al trasplante.

A lo largo del período de establecimiento, se estará realizando un monitoreo continuo para evaluar la adaptación de las plantas a las nuevas condiciones. Y se registrará la tasa de supervivencia de las plántulas, así como posibles afectaciones por plagas o enfermedades. Este seguimiento permitirá ajustar estrategias de manejo para mejorar la tasa de éxito en el establecimiento y crecimiento de *Brosimum alicastrum* en campo abierto.



Imagen 11. Plantulas de *Brosimum alicastrum* en campo

4.4 Propagación asexual del *Brosimum alicastrum*

Se seleccionaron árboles de *Brosimum alicastrum*, ubicados en las parcelas del Instituto Tecnológico de Calkiní, en el estado de Campeche, para llevar a cabo un estudio enfocado en la propagación asexual mediante acodos aéreos. El objetivo

de este estudio fue evaluar la efectividad de este método como técnica de reproducción para la especie. Para ello, se establecieron tres repeticiones experimentales, cada una con dos tratamientos específicos, con el fin de comparar la respuesta de los árboles a diferentes condiciones de acodo. Además, se incluyó un testigo, que consistió en árboles sin ningún tratamiento, para evaluar el efecto comparativo de los tratamientos aplicados.

Cada repetición se distribuyó de manera equitativa entre los tratamientos de acodo aéreo y el testigo, lo que permitió una evaluación más precisa de las variables de interés. A continuación, se presenta la tabla que muestra la distribución de las repeticiones, los tratamientos aplicados y el testigo en cada uno de los árboles seleccionados para el estudio.

Porcentaje de enraizamiento de acodos aéreos en <i>Brosimum</i>.				
Repetición	Testigo	T1	T2	T3
1	30	75.5	25	10
2	30	60	10	20
3	40	80	30	30

Tabla 3. Porcentaje de enraizamiento de *Brosimum alicastrum*.

Los resultados del porcentaje de enraizamiento de acodos aéreos en *Brosimum alicastrum* se noto lo siguiente:

En la primera repetición los tratamientos con mejor porcentaje de enraizamiento fueron el tratamiento uno y el tratamiento 0 (testigo), seguidos del tratamiento dos y el porcentaje con menos enraizamiento fue el tratamiento tres.

En la segunda repetición los tratamientos con mejor porcentaje de enraizamiento fueron nuevamente el tratamiento uno y el tratamiento 0 (testigo), seguidos del tratamiento tes y el porcentaje con menos enraizamiento fue el tratamiento dos.

En la tercera repetición los tratamientos con mejor porcentaje de enraizamiento fueron nuevamente el tratamiento uno y el testigo, y con una igualdad en el tratamiento dos y tres

estudios generales nos dicen que los acodos aéreos en *Brosimum alicastrum* en la propagación vegetativa en especies tropicales sugieren que temperaturas entre 25°C y 30°C son favorables para el enraizamiento.

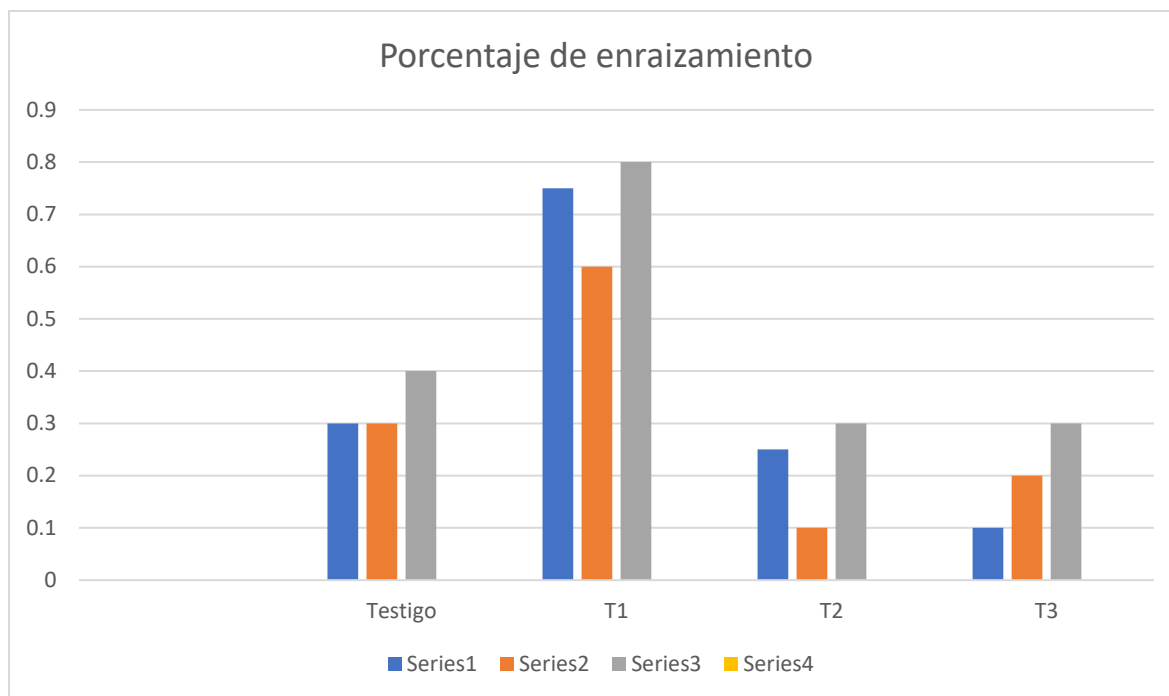


imagen 12. Porcentaje de enraizamiento

La temperatura óptima para realizar un acodo aéreo varía según la especie vegetal y las condiciones ambientales, pero en general se recomienda un rango de 25°C a 30°C.

Durante el periodo en que se desarrolló el experimento, se tuvieron condiciones de temperatura que oscilaron entre los 23 y 31.5 grados centígrados, temperaturas óptimas para realizar este procedimiento.

Molina-Escalante et al. (2015) encontró en regiones de El Salvador que para la especie *B. alicastrum* e injerto constituyó la forma más viable de propagación asexual. Sin embargo, a diferencia de este estudio realizado con acodos aéreos y esta técnica fue con menor porcentaje de prendimiento logró como mayor tasa de enraizamiento un 75% en esta investigación, en comparación a los acodos aéreos en *B. alicastrum*, para Molina-Escalante Et al. (2015)

4.5 Conclusiones y recomendaciones

- La obtención del 75% de las semillas germinadas indica coincidencias con los estudios de Molina-Escalante Et al (2015) y que las condiciones proporcionadas para la germinación fueron en su mayoría favorables. Este alto porcentaje de éxito sugiere que las semillas de *Brosimum alicastrum* tienen una buena capacidad de germinación bajo las condiciones experimentales aplicadas.
- De igual manera durante la práctica se notó que del 25% de semillas de cada charola no germinada podría deberse a diversos factores como la viabilidad de las semillas, las condiciones ambientales (temperatura, humedad, luz), o incluso la edad o almacenamiento previo de las semillas. Es importante considerar estos factores para mejorar la tasa de germinación en futuros experimentos y así tener un mejor poder tener mejores resultados.
- Aunque el porcentaje de germinación es alto, siempre existe la posibilidad de optimizar el proceso. Factores como el tratamiento previo de las semillas (remojo, escarificación) o variaciones en las condiciones ambientales (como temperatura o humedad) podrían ser evaluados para maximizar aún más la germinación.
- Este resultado es prometedor si se considera la potencial aplicación de *Brosimum alicastrum* en proyectos de reforestación, en la agricultura o en este caso con fines farmacéuticos para asegurar la materia prima, ya que una tasa de germinación del 75% de las cuatro charolas es considerablemente alta y puede contribuir al éxito de proyectos de siembra a gran escala.
- Este trabajo demuestra una buena capacidad de germinación de las semillas de *Brosimum alicastrum*, aunque se pueden realizar ajustes en las

condiciones de siembra para mejorar aún más la tasa de éxito y así en un futuro poder asegurar la materia prima.

- Dentro de los resultados obtenidos durante esta práctica confirman que el acodo aéreo es una técnica no tan viable para la propagación de *Brosimum alicastrum*, aunque la respuesta varía según el tratamiento utilizado. Esto resalta la importancia de optimizar las condiciones de enraizamiento y seleccionar adecuadamente los tratamientos que maximicen la formación de raíces.
- Lo que se destacó durante esta práctica es que el sustrato de peat moss favoreció el enraizamiento en comparación con otros sustratos como el humus y la perlita, incluso el testigo fue mejor comparativamente en relación a estos tratamientos. Esto sugiere que la capacidad de retención de humedad y aireación del peat moss podría ser más adecuada para estimular el desarrollo de raíces en esta especie.
- De igual forma destacar que el uso de humus y perlita como sustratos resultó en un menor porcentaje de enraizamiento, lo que indica que estos materiales pueden no proporcionar las condiciones óptimas para el desarrollo radicular en *Brosimum alicastrum*. Esto podría deberse a diferencias en la retención de humedad, disponibilidad de oxígeno o contenido de nutrientes que no favorecen la formación de raíces adventicias.
- Destacar que esta práctica con ayuda del enraizador (Root Factor) mostró ser más efectivo para estimular el desarrollo de raíces en los acodos aéreos de *Brosimum alicastrum*. Esto sugiere que los reguladores de crecimiento presentes en este producto favorecen el enraizamiento.

4.6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Albany, N.; J. Vilchez; J. Gadea; Z. Viloria y C. Castro de Rincón. 1995. Propagación asexual, L., mediante la técnica de acodo aéreo con diferentes reguladores de crecimiento, anillado y sustraro. VI Jornadas Científico Técnicas. Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. p. 1.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad-Comisión Nacional Forestal (Conabio-Conafor). 2012. *Brosimum alicastrum* Swartz. Available by Sistema de Información para la Reforestación (SIRE)-Paquetes Tecnológicos. <http://www.conafor.gob.mx :8080/>

CONABIO, PRONARE. *Brosimum alicastrum* Swartz. Serie Paquetes Tecnológicos, 1: 1-6, 2014

Del Amo, S. y col. (2002). Germinación y manejo de especies forestales tropicales. CONAFORCONACYT

Del Amo, S. y col. (2002). Germinación y manejo de especies forestales tropicales. CONAFORCONACYT. Online: <https://bit.ly/3y2cxbE>

Espinosa-Grande E.,. Santillán-Fernández A, Chávez-Vergara B. M., Vargas-Díaz A. A., Tadeo-Noble A. E., Bautista-Ortega J. Space-time analysis of scientific research on *Brosimum alicastrum* Swartz. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín, 76: 10247-10261, 2023 DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rfnam.v76n1.101008>

García, C., A. Roque y M. Méndez (2012). «Aprovechamiento del árbol nativo *Brosimum alicastrum* Swartz (Moraceae) en la Selva Zoque Chiapas, México». En: LACANDONIA 6.1, págs. 71-76.

Lozano O, Shimada AS y Avila E. 1978. Valor Alimenticio de la Semilla del Ramon. Técnica Pecuaria Mexicana 34:100-104.

Molina, M.y col. (2015). «Caracterización morfológica in situ de Ojushte (*Brosimum alicastrum* Swartz) y su incidencia en la selección de germoplasma de alto potencial nutricional en El Salvador». En: Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible 3, 61-76. Online: <https://bit.ly/3f7TpAg>.

Moo-Huchin V. M., Canto-Pinto J. C., Cuevas-Glory L. F., Sauri-Duch E., Pérez-Pacheco E., Betancur-Ancona D.. Effect of extraction solvent on the phenolic compounds content and antioxidant activity of Ramon nut (*Brosimum alicastrum*) Chemical Papers, 73: 1647-1657, 2019 DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11696-019-00716-x>

Morales E. R. , Herrera T. O., L. G Ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) protocolo para su colecta, beneficio y almacenaje: 15-15, Comisión Nacional Forestal (Conafor), Mérida, Yuc., México, 2009

Orantes, C. y col. (2013). «Viabilidad y germinación de semillas de tres especies arbóreas nativas de la selva tropical, Chiapas, México

Pardo T. E *Brosimum alicastrum* (Moraceae): uses and potential in México

Econ. Bot, 36: 166-175, 1982 DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/BF02858712>

Pennington T. D., Sarukhán J. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies: 523-523, Universidad Nacional Autónoma de México, Coyoacán, D. F., México, 2005

Ramírez, S. y col. (2017). «El ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) una alternativa para la seguridad alimentaria en México». En: Agroproduktividad 10.1, 80-83. Online: <https://bit.ly/33v94Ec>.

Rojas-Schroeder J. A., Sarmiento-Franco L., Sandoval-Castro C. A., Santos-Ricalde R. H. Utilización del follaje de ramón (*Brosimum alicastrum* Swarth) en la alimentación animal Tropical and Subtropical Agroecosystems, 20: 363-371, 2017

Subiria-Cueto, R., Larqué-Saavedra A., Reyes-Vega M. L., Vázquez-Flores, A. L. Santana-Contreras E., Gaytán-Martínez M., Núñez-Gastélum J. A., Rodrigo-García J., Corral-Avitia A. Y., Martínez-Ruiz N. R. *Brosimum alicastrum* Sw.: an alternative to improve the nutritional properties and functional potential of the wheat flour Foods, 8: 613-631, 2019 DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/foods8120613>

Vergara, S. y col. (2014). Publicaciones de *Brosimum alicastrum*. Mérida, Yucatán, México: Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán

ANEXOS

Evidencias de la práctica de propagación sexual del *Brosimum alicastrum*



Imagen 13. Recolección de semillas



Imagen 14. Selección de semillas de brosimum



Imagen 15. Homogenizar el humus



Imagen 16. Humedecer los sustratos



Imagen 17. Desinfección de la charola



Imagen 18. Rellenado de la charola



Imagen 19. Charola de brosimum a germinar



Imagen 20. Primeras plántulas de brosimum



Imagen 21. Riego y monitoreo de Brosimum



Imagen 22. Crecimiento de Brosimum

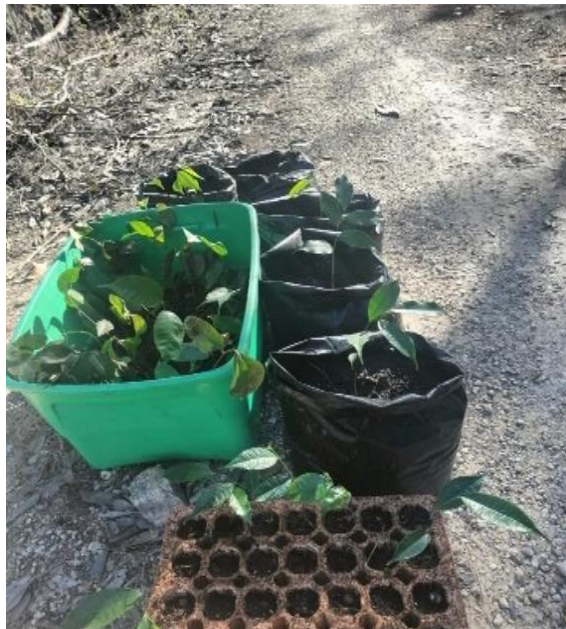


Imagen 23. Trasplante del brosimum



Imagen 24 Realizando ahoyados



Imagen 25. trasplanté de brosimum



Imagen 26. Planta de Brosimum en campo

Evidencias de la práctica de propagación asexual del *Brosimum alicastrum*



Imagen 27 selección de arboles

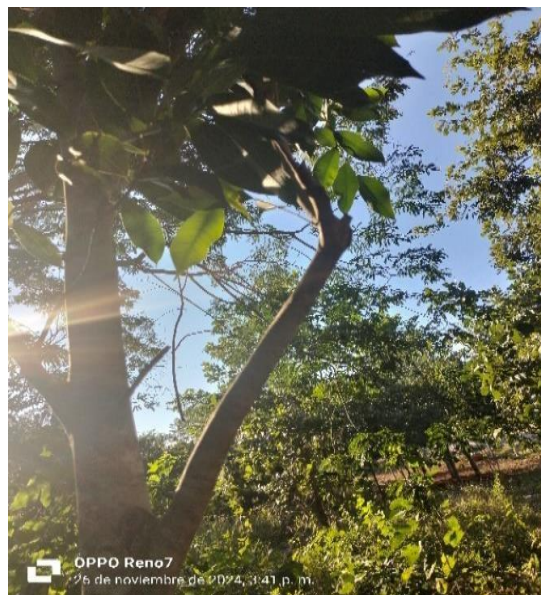


Imagen 28 selección de ramas



Imagen 29. Selección de enraizador



Imagen 30. humedecer los sustratos



Imagen 31. Realización del anillado



Imagen 32. Colocación del enraizador



Imagen 33. Colocación de la bolsa con sustrato



Imagen 34. Amarrado de la bolsa de plástico



Imagen 35. Realización de acodo



Imagen 36. Árbol con acodos



Imagen 37. Distribución de acodos



38. Acodos listos para su propagación