



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

**GERMINACIÓN Y PRODUCCIÓN DE CERA DE LAS
SEMILLAS, CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULA DE
Morella pubescens H y B ex Willdenow**

Para obtener el título de

Licenciada en Ingeniería Forestal

PRESENTA

Leslie Ortega Rivero

Director

Dr. José González Ávalos

Codirectora

Mtra. Adriana Hernández Lazcano

Comité Asesor

Dr. Sergio Hernández León

M.C. Naum Abraham Fragoso López

M.C. Tomás Escobedo Luna

Tulancingo de Bravo, Hidalgo, Febrero del 2025



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Agropecuarias

School of Forestry and Environmental Studies

Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales

Department of Agricultural Sciences and Forestry

Tulancingo de Bravo, Hidalgo; a 26 de febrero de 2025

Asunto: Autorización de impresión de tesis

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado
Directora de Administración Escolar
Presente

Por este conducto informo que el jurado asignado a la pasante de la Licenciatura de Ingeniería Forestal Leslie Ortega Rivero, con número de cuenta 333798, ha autorizado a impresión de tesis titulada GERMINACIÓN Y PRODUCCIÓN DE CERA DE LAS SEMILLAS, CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLÁNTULA DE *Morella pubescens* H y B ex Willdenow. Esto después de que la alumna realizó las correcciones acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los integrantes del jurado:

Presidente: Dr. Sergio Hernández León

Secretario: M. en C. Naum Abraham Fragoso López

Vocal: M. en C. Tomás Escobedo Luna

Suplente 1. Mtra. Adriana Hernández Lazcano

Suplente 2. Dr. José González Ávalos

Handwritten signatures of the jury members on a set of horizontal lines.

ATENTAMENTE

"Amor, Orden y Progreso"


Dr. José González Ávalos
Coordinador del Programa Educativo de Ingeniería Forestal


Dr. Armando Peláez Acero
Director del ICAP



Avenida Universidad Km. 1 s/n,
Exhacienda Aquetzalpa Tulancingo
de Bravo, Hidalgo, México; C.P. 43600
Teléfono: 771 71 72000 ext 2461
alfredo_madariaga@uaeh.edu.mx



www.uaeh.edu.mx

DEDICATORIA

A mis padres, Alejandro y Valentina, por ser mi pilar y apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi desarrollo profesional.

A mis hermanos, Alejandra y Edgar, quienes con su motivación constante me inspiraron a seguir adelante y alcanzar este sueño.

A mis padrinos, Manuel, Leonor, Daniela y Fernando, por estar siempre presentes, brindándome su apoyo, escuchándome, y levantándome emocionalmente cuando más lo necesité.

A mis sobrinos, Romina y Derek, que con solo una sonrisa lograban alegrar mi día.

A mi abuelita Rosita, quien con amor y paciencia me escuchó compartir mis sueños y los nuevos conocimientos que adquiría. Su cariño y apoyo incondicional dejaron una huella imborrable en mi vida.

A mi novio, Jonathan, por ser mi fuerza en los momentos difíciles, por animarme a continuar y no dejarme caer cuando sentía que ya no podía más.

Este logro no es solo mío, sino de todos ustedes. Gracias infinitas por su amor, apoyo y por ser parte fundamental de este gran sueño. ¡Lo logramos juntos!

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, por brindarme la oportunidad de iniciar y culminar mis estudios.

Al Ing. Luis Alberto Lugo Martínez, propietario del Rancho Dos Ciénegas, en Zacualpan, Veracruz de Ignacio de la Llave, por permitirnos realizar esta investigación.

A mi comité asesor: Dr. José González Ávalos, Mtra. Adriana Hernández Lazcano, M.C. Tomás Escobedo Luna, M.C. Naum Abraham Fragoso López y Dr. Sergio Hernández León, por su valioso apoyo y orientación durante el desarrollo de esta tesis.

A mis amigos, la Ing. Angélica Suárez Torres y el Ing. Iván Islas Charco, por su valiosa colaboración en el levantamiento de puntos; a los Ing. Luis Alberto Lugo Martínez y Luis Uriel Ortiz Guzmán, por su apoyo en la recolección de semillas; y al Químico Jonathan Adair Islas Martínez, por su asistencia en la extracción de cera.

A mis amigos Alma, Angélica, Doreni, Esiquio, Iván, Juan, Lesly, Pati y Uriel, gracias por las anécdotas y aventuras compartidas durante la universidad. Su amistad ha sido un regalo invaluable.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	v
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	3
II. OBJETIVOS	5
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
3.1 Descripción botánica.....	6
3.1.1 Hojas.....	6
3.1.2 Flores.....	7
3.1.3 Frutos.....	7
3.1.4 Semillas	7
3.2 Ecología de <i>M. pubescens</i>	7
3.2.1 Altitud.....	7
3.2.2 Clima.....	8
3.2.3 Suelos.....	8
3.3 Manejo de la especie	8
3.3.1 Producción y cosecha de semilla	8
3.3.2 Almacenamiento y preparación de la semilla	9
3.3.3 Escarificación de la semilla	9
3.3.4 Siembra	9
3.4 Ceras naturales.....	10
3.4.1 Cera de candelilla (<i>Euphorbia antisiphilitica</i> Zucc.).....	11

3.4.2 Cera de carnauba (<i>Copernicia prunifera</i> (Mill.) HEMoore)	11
3.4.3 Cera de Laurel (<i>Morella pubescens</i> H y B ex Willdenow)	12
3.5 Extracción de la cera	12
3.5.1 Extracción de cera de candelilla (<i>Euphorbia antisyphilitica</i>)	12
3.5.2 Extracción de cera de carnauba (<i>Copernicia prunifera</i>)	13
3.5.3 Extracción de cera de laurel (<i>Morella pubescens</i>)	13
3.6 Calidad de planta	14
3.6.1 Índice de robustez	14
3.6.2 Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular (R PSA/PSR)	15
3.6.3 Índice de calidad de Dickson (ICD)	16
3.6.4 Índice de lignificación (IL)	16
3.7 Trabajos afines	16
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	18
4.1 Ubicación de las plantas de <i>Morella pubescens</i>	18
4.2 Colecta y traslado de semilla	20
4.3 Medición de las semillas	22
4.4 Extracción de cera	22
4.5 Preparación de sustrato, siembra y germinación	25
4.6 Mantenimiento y cuidado de las plantas	26
4.7 Medición de las plántulas	28
4.8 Cálculo de índice de calidad de planta	28
4.8.1 Índice de robustez	31
4.8.2 Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular (R PSA/PSR)	31
4.8.3 Índice de calidad de Dickson (ICD)	32
4.8.4 Índice de lignificación (IL)	32
4.9 Análisis estadístico	32

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
5.1 <i>Medición de semillas.....</i>	33
5.1.1 <i>Peso.....</i>	33
5.1.2 <i>Diámetro</i>	34
5.1.3 <i>Germinación</i>	35
5.1.4 <i>Velocidad de germinación</i>	37
5.2. <i>Crecimiento de las plántulas.....</i>	39
5.2.1 <i>Altura</i>	39
5.2.3 <i>Diámetro</i>	41
5.3 <i>Extracción de cera</i>	41
5.4 <i>Calidad de planta</i>	44
VI. CONCLUSIONES	47
VII. Bibliografía	48

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tabla de frecuencia del peso de las semillas de <i>M. pubescens</i> del rancho Dos Ciénegas, Atixtaca, Veracruz_2023.....	33
Cuadro 2. Tabla de frecuencia del diámetro de las semillas de <i>M. pubescens</i> del rancho Dos Ciénegas, Atixtaca Veracruz _2023.....	34
Cuadro 3. Tabla de análisis de varianza para la germinación de semillas de <i>M. pubescens</i>	35
Cuadro 4. Tabla de comparación de las medias de los tratamientos de escarificación para las semillas de <i>M. pubescens</i>	36
Cuadro 5. Tabla de análisis de varianza para la velocidad de germinación de semillas de <i>M. pubescens</i>	38
Cuadro 6. Tabla de comparación de las medias de los tratamientos que mostraron mayor velocidad de germinación para las semillas de <i>M. pubescens</i>	38
Cuadro 7. Tabla de análisis de varianza de la extracción de cera de <i>M. pubescens</i>	42
Cuadro 8. Tabla de comparación de las medias de los tratamientos de extracción de cera de <i>M. pubescens</i>	42
Cuadro 9. Tabla de frecuencias del índice de robustez.....	44
Cuadro 10. Tabla de frecuencia de la Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular (R PSA/PSR).	45
Cuadro 11. Tabla de frecuencias del índice de calidad de Dickson.	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación estatal y municipal del área de estudio, fuente de elaboración propia con datos de (INEGI, 2024).....	18
Figura 2. Ubicación del rancho Dos Ciénegas en el municipio de Zacualpan.....	19
Figura 3. Ubicación del área de estudio en el rancho Dos Ciénegas.	20
Figura 4. Extracción de semillas de laurel de cera.	21
Figura 5. Semillas recolectadas de laurel de cera.	21
Figura 6. Semillas seleccionadas para realizar la medición.	22
Figura 7. 1 litro de agua a calentar.	23
Figura 8. Agua caliente a 80 °C.	23
Figura 9. 100 gramos de semilla de <i>M. pubescens</i>	24
Figura 10. Semillas de <i>M. pubescens</i> sumergidas.	24
Figura 11. Semillas sumergidas por 10 minutos.	24
Figura 12. Cera disuelta en agua.....	24
Figura 13. Apertura de cepas para depositar semillas de <i>M. pubescens</i>	27
Figura 14. Semillas de <i>M. pubescens</i> con tratamiento de lija.....	27
Figura 15. Se cubre la semilla con sustrato.	27
Figura 16. Medición de diámetro.....	29
Figura 17. Medición de altura.....	29
Figura 18. Raíz sin sustrato.	29
Figura 19. Peso fresco de la parte aérea de la plántula.	29
Figura 20. Peso fresco de la raíz.	30
Figura 21. Embolsado y etiquetado de la parte aérea y de la raíz con el número de planta.	30
Figura 22. Bolsas etiquetadas en el horno a 60 °C.	30
Figura 23. Peso de la raíz seca.....	31
Figura 24. Peso de la parte aérea seca.	31
Figura 25. Histograma del peso de las semillas de <i>M. pubescens</i> del rancho Dos Ciénegas, Atixtaca, Veracruz_2023.	34

Figura 26. Histograma del diámetro de las semillas de <i>M. pubescens</i> del rancho Dos Ciénegas, Atixtaca, Veracruz_2023.	35
Figura 27. Grafica de barras de la comparación de las medias de los tratamientos de escarificación para las semillas de <i>M. pubescens</i>	37
Figura 28. Grafica de barras de comparación de las medias de los tratamientos que mostraron mayor velocidad de germinación para las semillas de <i>M. pubescens</i>	38
Figura 29. Grafica de barras de crecimiento en altura mensual de las plantas de <i>M. pubescens</i>	40
Figura 30. Grafica de barras de incremento en altura de las plantas de <i>M. pubescens</i>	40
Figura 31. Grafica de barras de crecimiento en diámetro mensual de las plantas de <i>M. pubescens</i>	41
Figura 32. Histograma de comparación de las medias de los tratamientos que mostraron mayor extracción de cera de las semillas de <i>M. pubescens</i>	43

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo cuantificar las variables morfológicas de las semillas y su producción de cera, así como su germinación. Asimismo, estimar el crecimiento y calidad de planta. El presente trabajo fue realizado en el invernadero y en el laboratorio multidisciplinario del Instituto de Ciencias Agropecuarias.

Las semillas utilizadas en esta investigación fueron recolectadas de árboles situados en el rancho Dos Ciénegas, Atixtaca, Veracruz de Ignacio de la Llave. Estas se sembraron en charolas de unicel con 77 cavidades. El objetivo principal fue cuantificar las variables morfológicas de las semillas, su producción de cera, su capacidad de germinación y estimar el crecimiento y la calidad de las plantas.

El mantenimiento incluyó riegos cada tercer día. Al observar los primeros indicios de germinación, se aplicó fertilizante los viernes y fungicida los jueves. La fecha de germinación se registró cuando aparecieron los primeros brotes. En agosto, se realizó la primera medición de altura y en octubre se midió el diámetro. En total, se llevaron a cabo cuatro mediciones, siendo la última en noviembre.

Entre septiembre y octubre, la altura promedio aumentó 1.88 cm, alcanzando su máximo promedio en noviembre. De manera similar, el diámetro mostró su mayor incremento en noviembre, con un promedio de 2.08 mm.

Para la extracción de cera, se emplearon distintos métodos. Se utilizaron 100 gramos de semillas, que se sumergieron en agua caliente durante 10 minutos antes de ser retiradas y pesadas, para el ácido acético al 1% (retirado), ácido acético al 1% (secado) y el control (agua), se logró extraer un 15.32% de cera en total.

El cálculo de la calidad de las plantas se realizó utilizando 30 muestras. Se midió la altura de la parte aérea desde el cuello de la raíz hasta la yema apical, y el diámetro en el cuello. Posteriormente, se separaron la raíz y la parte aérea para medir su peso fresco y seco. Para obtener los datos en seco, las muestras fueron colocadas en una estufa a 60 °C durante dos días. Con estos datos, se calcularon los índices de calidad de planta.

Los resultados mostraron que, en su mayoría, las plantas presentaron alta calidad. El Índice de Robustez (IR) tuvo un promedio de 3.91, la relación PSA/PSR mostró un promedio de 1.88. Sin embargo, el Índice de Calidad de Dickson (ICD) reflejó una calidad media con un promedio de 0.29.

I. INTRODUCCIÓN

Morella pubescens, conocido comúnmente como laurel, laurel de cera, olivo u olivo de cera, es un árbol que crece de manera natural en proximidad a ríos, quebradas, en zonas erosionadas, taludes de carreteras, pendientes pronunciadas, y a lo largo de senderos y caminos, así como en los márgenes de los bosques. En ciertas localidades, puede alcanzar alturas de hasta doce metros. Además de en Colombia, también se encuentra en Costa Rica, Venezuela, Ecuador, Perú y Bolivia (Arango y otros, 2009).

Las hojas de *M.pubescens* son comestibles y su tallo se utiliza para fabricar arados, artesanías, viviendas y carbón vegetal. Además, las hojas poseen propiedades medicinales; en forma de infusión, ayudan a combatir el cansancio, la debilidad nerviosa, regular la menstruación, tratar la sordera en su etapa inicial, aliviar zonas afectadas por el reumatismo y atender problemas derivados del parto y posparto. Además, el consumo de hojas tiernas puede aliviar los dolores musculares ocasionados por un trabajo prolongado. (Valarezo *et al.*, 2023).

El laurel de cera, ya sea en su forma nativa o cultivada, desempeña un papel importante en la protección de fuentes de agua, la restauración de suelos degradados y la reducción de impactos ambientales. Su capacidad para adaptarse a suelos marginales lo convierte en una especie adecuada para su incorporación en sistemas agroforestales (Luna Cabrera G. C., 2011), debido a que las raíces forman nódulos que fijan nitrógeno, lo que favorece el crecimiento del arbusto en suelos pobres en este nutriente. Por esta razón, se sugiere su empleo en la restauración de suelos erosionados (Seraquive Lozano, 2021).

Esta especie, capaz de tolerar suelos de fertilidad media, se caracteriza por tener un sistema radicular profundo, lo que la convierte en una opción ideal para proyectos de restauración orientados a la rehabilitación de áreas degradadas y erosionadas. Además, no enfrenta restricciones ni limitaciones fitosanitarias para su desarrollo. Entre los servicios ecosistémicos que proporciona, destacan la regulación de márgenes hídricos, el control de la erosión, su capacidad como planta melífera y su atracción de fauna, incluyendo insectos y aves (Parra O., 2003).

La cera del laurel se puede utilizar para fabricar una variedad de productos que beneficiarán a los productores de esta especie. Asimismo, el aceite esencial que se encuentra en las hojas podría ser objeto de investigaciones más detalladas para su aplicación en la industria farmacéutica (Luna Cabrera G. C., 2011).

El establecimiento de sistemas agroforestales con laurel de cera y cultivos transitorios permitirá a los agricultores aprovechar sus cultivos en un periodo de tiempo corto, mediano y largo plazo luego de 4 años de establecer el sistema agroforestal el agricultor podrá beneficiarse de los productos forestales no maderables que provee la especie como es la cera de los frutos y el aceite de las hojas (Luna Cabrera G. C., 2011).

M. pubescens es una especie la cual brinda beneficios a los campesinos ya que esta se puede establecer junto con otras especies y al mismo tiempo se puede aprovechar su cera y esto genera fuentes de ingresos económicos al sector. Actualmente se está buscando un desarrollo sostenible del planeta de esta manera que preservamos la salud y disminuyen los costos de producción en ahorros de materiales y de tiempo (Rodríguez Almeida, 2022).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar las variables morfológicas de las semillas de *Morella pubescens*, su germinación, su producción de cera, así como medir el crecimiento de las plántulas y su calidad.

2.2. Objetivos específicos

- Cuantificar el diámetro, longitud y peso de las semillas.
- Evaluar el uso de vinagre y el agua caliente para la extracción de la cera de las semillas.
- Valorar el uso de agua oxigenada, vinagre, agua caliente y lijado para la germinación de las semillas.
- Medir el crecimiento en diámetro y altura de las plántulas y su índice de calidad.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Descripción botánica

Es un árbol pequeño y resistente, con un tronco torcido de color grisáceo y cubierto de lenticelas. Su copa es ancha e irregular, con un follaje espeso y de tono verde. Las ramas crecen en sentido horizontal u oblicuo, reduciéndose en tamaño hacia la base. Son relativamente gruesas y abundantes, mientras que las ramillas, delgadas y de color verde, emiten aroma (Borja A. y Lasso B., 1990).

Tiene amentos masculinos cortos, con 4 a 14 estambres agrupados en un mismo verticilo. Los amentos femeninos son el doble de largos que los masculinos. El ovario es súpero, bicarpelar y unilocular, con una superficie granulosa, y presenta dos estilos filiformes unidos en la base junto a un óvulo basal. Su fruto es drupáceo y está cubierto de gránulos de cera. Puede alcanzar una altura máxima de 16 metros y un diámetro de 30 cm. Posee un amplio rango de adaptación a diversas altitudes y un sistema radicular extenso (Luna Cabrera y Muñoz Hoyos, 1999).

3.1.1 Hojas

De acuerdo con Luna Cabrera y Muñoz Hoyos (1999), las hojas son coriáceas, simples, alternas y lanceoladas, con pubescencia en ambos lados, haz y envés. Tienen pequeños dientes en los bordes y nervaduras marcadas. Sus dimensiones varían entre 4 y 14 cm de largo, y 3 cm de ancho, con ejes cortos, acanalados y de un tono verde oliva. Las nervaduras son más notorias en el envés, y ambas superficies poseen glándulas amarillas que liberan un aroma agradable al ser frotadas (Gargiullo, 2008).

3.1.2 Flores

Las flores son unisexuales y miden 2 mm de diámetro. Las masculinas, de tonos amarillos y cafés, se ubican en la parte inferior de la espiga y se desprenden rápidamente tras liberar el polen. Por su parte, las femeninas, de color rojo, se encuentran en el ápice y permanecen más tiempo mientras los 10-11 ovarios se desarrollan y se convierten en frutos. Cada flor está rodeada por varias brácteas, organizadas en amentos axilares sobre ramas distintas de la misma planta (Castro y Ayala, 2011).

3.1.3 Frutos

Forman racimos pequeños, escamosos y duros. Los frutos son esféricos, con un diámetro de 5 mm, y están cubiertos por gránulos de cera de color blanquecino en su superficie. Su color varía entre café amarillento, gris verdoso, verde claro o violeta y cada fruto alberga una sola semilla. En promedio, un kilogramo contiene 32.019 frutos, de los cuales el 40% es cera, el 23% son impurezas y el 37% corresponde a semillas (Luna Cabrera y Muñoz Hoyos, 1999).

3.1.4 Semillas

Las semillas se encuentran en el interior del fruto, con una superficie rugosa de color marrón, una consistencia dura y un tamaño aproximado de 2.5 x 2.0 mm. En promedio, un kilogramo contiene alrededor de 100 semillas (Luna Cabrera y Muñoz Hoyos, 1999).

3.2 Ecología de *M. pubescens*

3.2.1 Altitud

Esta especie habita en altitudes que oscilan entre los 1,300 y los 3,000 msnm (Gargiullo, 2008).

3.2.2 Clima

Se desarrolla en regiones de clima templado o frío, con temperaturas medias entre 12 °C y 18 °C, y una precipitación anual de 500 a 2,000 mm. Presenta resistencia a heladas y vientos, y necesita suelos con buena iluminación (Luna Cabrera y Muñoz Hoyos, 1999).

3.2.3 Suelos

Prefiere suelos de textura arcillo-arenosa, aunque también puede crecer en una gran variedad de suelos, tanto fértiles como infértiles. Debido a su notable capacidad para fijar nitrógeno mediante sus nódulos. Asimismo, es capaz de tolerar un amplio rango de pH (Castro y Ayala, 2011).

3.3 Manejo de la especie

3.3.1 Producción y cosecha de semilla

Por lo general, los árboles comienzan a producir semillas a partir de los tres años después de su siembra. La principal época de producción se extiende de junio a septiembre; no obstante, en las zonas más bajas, la producción puede comenzar en mayo, mientras que, en las áreas más altas, se presenta en octubre (Melo Cerón, 2004).

Los frutos se recogen manualmente de árboles que han alcanzado su máximo nivel de fructificación y madurez, y que presentan características óptimas, con el objetivo de asegurar una población abundante de plántulas sanas y vigorosas (Acosta Álvarez *et al.*, 2002).

La recolección de la semilla de laurel de cera se realiza tanto en la época de lluvias como en la de verano, dependiendo del clima de la región. Para saber si la semilla está lista para cosechar, se frota entre las manos; si no desprende mucha tinta y su color es grisáceo, está en el momento óptimo para la recolección (Castro y Ayala, 2011).

Según (Acosta Álvarez *et al.*, 2002) la cosecha se lleva a cabo mediante el corte de las ramas de los árboles, seguido de su sacudida para hacer que las semillas caigan.

3.3.2 Almacenamiento y preparación de la semilla

Las semillas, tanto limpias (sin cera) como con cera, pueden almacenarse durante tres meses en bolsas de papel bajo diferentes condiciones de temperatura: en un cuarto frío (7-10 °C), en una nevera (aproximadamente 4 °C) y a temperatura ambiente (12-18 °C) (Corantioquia, 2009).

3.3.3 Escarificación de la semilla

Numerosas especies forestales no pueden germinar debido a la dureza de la testa o cubierta de sus semillas, lo que impide la entrada de agua. Para permitir la germinación, es necesario realizar un proceso de escarificación. Este proceso implica cualquier técnica que rompa, raye, modifique mecánicamente o ablande las cubiertas de las semillas, haciéndolas más permeables al agua y a los gases (Varela y Arana, 2010).

Luna Cabrera y Muñoz Hoyos, (1999) recomiendan frotar las semillas de laurel de cera con una lija de grano número 100 durante diez minutos antes de la siembra.

Bravo *et al.*, (1996) indicaron que una de las técnicas más eficaces para promover la germinación es sumergir las semillas de laurel de cera en agua, cambiándola diariamente durante un periodo de 15 a 30 días. Esto mejora tanto la velocidad de emergencia como la tasa de germinación.

3.3.4 Siembra

La semilla se dispersa al voleo o en surcos, cubriéndose con una capa fina de tierra, con un grosor equivalente al doble de su tamaño. Para un área de 10 metros cuadrados, se

requiere 1 kilogramo de semilla si se siembra en surcos y 1,5 kilogramos si se siembra al voleo. El porcentaje de germinación del laurel de cera es del 20 al 25 por ciento (Luna Cabrera y Muñoz Hoyos, 1999).

Estas semillas no requieren ningún tratamiento previo para germinar; únicamente es necesario retirar la capa de cera que las recubre. Las semillas sometidas a escarificación con papel de lija y posteriormente hidratadas durante 24 horas presentaron una potencia germinativa y una velocidad de germinación menores en comparación con las semillas no tratadas. El porcentaje de germinación en semillas frescas oscila entre el 44% y el 58%, dependiendo del sustrato empleado (Corantioquia, 2009).

3.4 Ceras naturales

Las ceras son ésteres que resultan de la reacción entre ácidos grasos y alcoholes de elevado peso molecular, a través de un proceso de esterificación, una reacción química entre un ácido carboxílico y un alcohol. En el caso de las ceras, esta reacción se produce entre un ácido graso y un alcohol monovalente de cadena larga. Estas sustancias son insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos no polares. Las ceras, tanto de origen natural como sintético, son compuestos orgánicos. Además, destacan por su alta eficacia en la reducción de la humedad y la permeabilidad, gracias a su marcada hidrofobicidad y a la presencia de ácidos grasos insaturados (Mellema, 2008).

Desde una perspectiva comercial, existen dos tipos importantes de ceras naturales: la cera de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc) y la cera de carnauba (*Copernicia prunifera* (Mill.) HEMoore).

3.4.1 Cera de candelilla (*Euphorbia antisiphilitica* Zucc.)

Pertenece a la familia *Euphorbiaceae* y es una planta monoica. Esta especie perenne presenta múltiples tallos cilíndricos de color verde blanquecino, que se deben a la cera que produce para protegerse de las condiciones climáticas en zonas áridas. Sus hojas son pequeñas y se puede reproducir mediante semillas o brotes de tallos tanto aéreos como subterráneos (Flores del Ángel, 2013).

La cera de candelilla, en su estado crudo, es de color marrón y toma un tono amarillo al ser refinada. Posee una estructura amorfa y una dureza de nivel intermedio (Cabello Alvarado *et al.*, 2013).

La cera de candelilla se emplea en la industria cosmética como emoliente y agente formador de películas, impulsada por la creciente preferencia de los consumidores por cosméticos "naturales" y el aumento de la demanda de ceras naturales. Aproximadamente el 90% de la producción de esta cera se exporta a países como Estados Unidos, Japón, Alemania, España, Francia, Países Bajos, Reino Unido, Irlanda, Italia, Colombia y Argentina (Comisión Nacional Forestal, 2021).

3.4.2 Cera de carnauba (*Copernicia prunifera* (Mill.) HEMoore)

Es una palma que se encuentra principalmente en Brasil, conocida como el "árbol de la vida" de ese país. Estas palmas pueden crecer entre 6 y 12 m de altura, alcanzando en ocasiones hasta 20 m (Fernandes Rocha *et al.*, 2015). La cera es de color blanco-amarillo es muy dura y soluble en disolventes también tiene una resistencia mayor a los 85 °C (Ramirez y Laguado Cote, 2023).

Su principal uso es en el pulido de automóviles y muebles, así como en ceras para pisos y zapatos, barnices y productos cosméticos (Alvarado Vázquez *et al.*, 2010).

3.4.3 Cera de Laurel (*Morella pubescens* H y B ex Willdenow)

La cera de laurel se distingue por su color verde amarillento y su característico aroma y sabor, propios de la planta. Su textura es suave, ligeramente porosa, y su consistencia blanda facilita que pueda rayarse con facilidad. Tiene una vida útil de 24 meses a partir de su empaque, siempre que se almacene y transporte bajo las condiciones recomendadas.

En la actualidad, la cera de laurel se comercializa en Colombia y se exporta a empresas de prestigio, como Kahl GMBH & CO. KG en Alemania y Strahl & Pitsch en Estados Unidos. Gracias a sus propiedades formadoras, su discreto aroma y su punto de fusión cercano a la temperatura corporal, es ideal como base para la fabricación de cosméticos y cremas. Esto la convierte en un ingrediente clave en la formulación de productos para el cuidado del cuerpo, el cabello y los labios, entre otros (Laurel wax, s/f).

Entre los productos que utilizan cera de laurel se encuentran:

- Velones
- Jabones
- Cosméticos para el cuidado personal
- Cera para pisos
- Betún

3.5 Extracción de la cera

3.5.1 Extracción de cera de candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*)

La extracción de cera de candelilla comienza con la recolección de las varas de la planta, que se atan y transportan al lugar de procesamiento. Allí, se sumergen en una solución de agua y ácido sulfúrico, la cual se calienta hasta la ebullición.

Se usa un recipiente rectangular de acero llamado paila. Este tiene aproximadamente 600 litros de capacidad; se acomoda a nivel del suelo y en su base se acondiciona un horno rustico. El primer paso es colocar alrededor de 500 l de agua en la paila y calentar a fuego directo; una vez que la temperatura alcance los 96 °C, se acomodan dentro las plantas, se deja que vuelva a recuperarse la temperatura y posteriormente se agregan 1.09 l de ácido sulfúrico concentrado y enseguida se comprime la planta, utilizando las parrillas que tiene la paila en el borde superior (Rocha Estrada *et al.*, 2021).

Este proceso separa la cera, que adquiere una consistencia espumosa y flota en la superficie. La cera espumosa se extrae por decantación y se somete a un proceso de purificación para eliminar las impurezas restantes (Alvarado Vázquez *et al.*, 2010).

3.5.2 Extracción de cera de carnauba (*Copernicia prunifera*)

La cera se obtiene del exudado de las hojas de la palma de Brasil, principalmente de hojas jóvenes o inmaduras que, tras secarse, se golpean para extraer el exudado (Alvarado Vázquez *et al.*, 2010).

La cera se obtiene del exudado de las hojas de la palma. Se extrae principalmente de hojas nuevas o inmaduras, que, una vez secas, son golpeadas para liberar el exudado. Luego, la cera se funde y se moldea en bloques, listos para su exportación (Alvarado Vázquez *et al.*, 2010).

3.5.3 Extracción de cera de laurel (*Morella pubescens*)

Las bayas se retiran de los árboles mediante arrastre. Luego, se extraen de las canecas y se colocan en una bolsa de fique, que se cierra y se prensa utilizando una prensa de cera. Esta prensa consiste en un gran tronco cortado a la mitad y colocado en posición horizontal, sostenido en ambos extremos por troncos verticales. Al abrir la prensa, se

coloca la bolsa de fique en su interior, y luego se vuelve a cerrar, usando palancas auxiliares para acercar al máximo ambas mitades del tronco, lo que permite que la cera residual caiga en un recipiente de madera colocado debajo. Para optimizar el proceso, se suele reposicionar la bolsa en la prensa y continuar prensando. La cera obtenida tiene un tono verdoso, y el material restante en la bolsa, conocido como ripio, se utiliza como abono orgánico (Sopeña, 2018).

3.6 Calidad de planta

La calidad de una planta se define por su habilidad para adaptarse y crecer en las condiciones climáticas y del suelo del lugar, y está determinada tanto por las características genéticas del germoplasma como por las técnicas de reproducción utilizadas (Mejía Bojórquez *et al.*, 2009). La calidad de planta tiene un impacto significativo en la supervivencia de las plantaciones forestales durante su fase de establecimiento (Sáenz Reyes *et al.*, 2014).

Existen diversos índices que cuantifican la calidad de planta, entre los que sobresalen:

3.6.1 Índice de robustez

La proporción entre la altura de la planta (en centímetros) y el diámetro del cuello de la raíz (en milímetros) es un indicador fundamental de su resistencia a la desecación por viento, además de reflejar su capacidad de supervivencia y crecimiento en entornos áridos. Un índice inferior a seis sugiere una planta de mayor calidad, con un crecimiento más equilibrado, robusta, de menor altura y mayor grosor, características que la hacen más adecuada para zonas con baja disponibilidad de agua. Por el contrario, un índice superior a seis revela una desproporción entre altura y diámetro, lo que genera plantas

con tallos alargados y cuellos más delgados (Prieto Ruíz *et al.*, 2009), siendo estas más vulnerables al viento, la sequía y las heladas (Rodríguez Trejo, 2008).

Según la Comisión Nacional Forestal (Comisión Nacional Forestal, 2009), los plantones con un Índice de Robustez (IR) mayor o igual a 8.0 cm mm⁻¹ se clasifican como de baja calidad, aquellos con valores entre 7.9 y 6.0 cm mm⁻¹ como de calidad media, y los que presentan un IR inferior a 6.0 cm mm⁻¹ como de alta calidad.

$$IR = \frac{\textit{Altura (cm)}}{\textit{Diámetro del cuello de la raíz (mm)}}$$

3.6.2 Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular (R PSA/PSR)

La producción de biomasa es un factor fundamental para evaluar el desarrollo de la planta en vivero. Una relación de 1:1 significa que la biomasa de la parte aérea y la subterránea están equilibradas; si el valor es inferior a uno, la biomasa subterránea es mayor que la aérea, mientras que un valor superior a uno indica que la biomasa aérea predomina sobre la subterránea (Rodríguez, 2008). Para garantizar un buen equilibrio, la relación debe mantenerse entre 1.5 y 2.5. Superar este rango, especialmente en áreas con baja precipitación, señala una desproporción y un sistema radicular insuficiente para alimentar adecuadamente la parte aérea (Thompson, 1985).

$$RBSA/BSR = \frac{\textit{Biomasa seca aérea (g)}}{\textit{Biomasa seca raíz (g)}}$$

3.6.3 Índice de calidad de Dickson (ICD).

Este índice permite una evaluación más precisa de las diferencias morfológicas entre las plantas de una muestra y ha sido utilizado para predecir el rendimiento en campo de plántulas de *Picea glauca* (Moench) Voss y *Pinus strobus* L. (González, 1996). Se considera el parámetro más eficaz para determinar la calidad de las plantas, ya que refleja el equilibrio en la distribución de la masa y la robustez. Esto contribuye a evitar la selección de plantas desproporcionadas y a descartar aquellas de menor altura que, no obstante, podrían tener mayor vigor (Dickson *et al.*, 1960).

$$\text{Índice de calidad de Dickson (ICD)} = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seca raíz (g)}}}$$

3.6.4 Índice de lignificación (IL)

Este índice relaciona el peso seco total con el peso fresco total de la planta, y permite determinar el porcentaje de lignificación. Se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$IL = \left[\frac{\text{Peso seco total (g)}}{\text{Peso húmedo total (g)}} \right] 100$$

3.7 Trabajos afines

Melo Cerón (2004), recomiendan frotar las semillas de laurel de cera con una lija de grano número 100 durante diez minutos antes de la siembra.

Luna Cabrera y Muñoz Hoyos (1999) realizaron la siembra de *M. pubescens* al voleo o en surcos, cubriéndose con una capa fina de tierra, con un grosor equivalente al doble de su tamaño.

Castro y Ayala Garzón (2011) obtuvieron los mayores porcentajes de germinación a los 56 días con el tratamiento control (23.33%) y el peróxido de hidrógeno (21.67%). A los 40 días el tratamiento con éter de petróleo (13.33%), la acetona (6.67%) y thinner (3.33%) registraron porcentajes de germinación bajos.

Delgado Vargas et al. (2016) evaluaron el carbono almacenado en las raíces de *M.pubescens* y concluyeron que la densidad de siembra tiene un impacto directo en el desarrollo de su sistema radicular. De este modo, la distancia de siembra de 4x4 metros se considera la más adecuada para favorecer un crecimiento óptimo de las raíces en esta especie.

Gaviria y Herrera (2013). En un sistema agroforestal que incluye *Morella pubescens* y Chocho (*Lupinus mutabilis* L.), *M. pubescens* fue establecida con un espaciamiento de siembra de 4m x 4m.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación de las plantas de *Morella pubescens*

El Rancho Dos Ciénegas está ubicado en Atixtaca, municipio de Zacualpan en el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; se encuentra ubicado a una altitud de 1754 msnm. Este lugar presenta un clima templado húmedo, clasificado como C (f) según (García, E. - CONABIO, 1998). La temperatura en el mes más cálido supera los 10 °C, mientras que en el mes más frío es mayor a 0 °C (Vidal Zepeda, R., 1990). La precipitación en el mes más seco es superior a 40 mm, con lluvias a lo largo de todo el año y un porcentaje de lluvia invernal que supera el 18% del total anual (Vidal-Zepeda, R., 1990). El suelo del lugar es del tipo regosol dístico, con una textura fina (INIFAP - CONABIO, 1995).

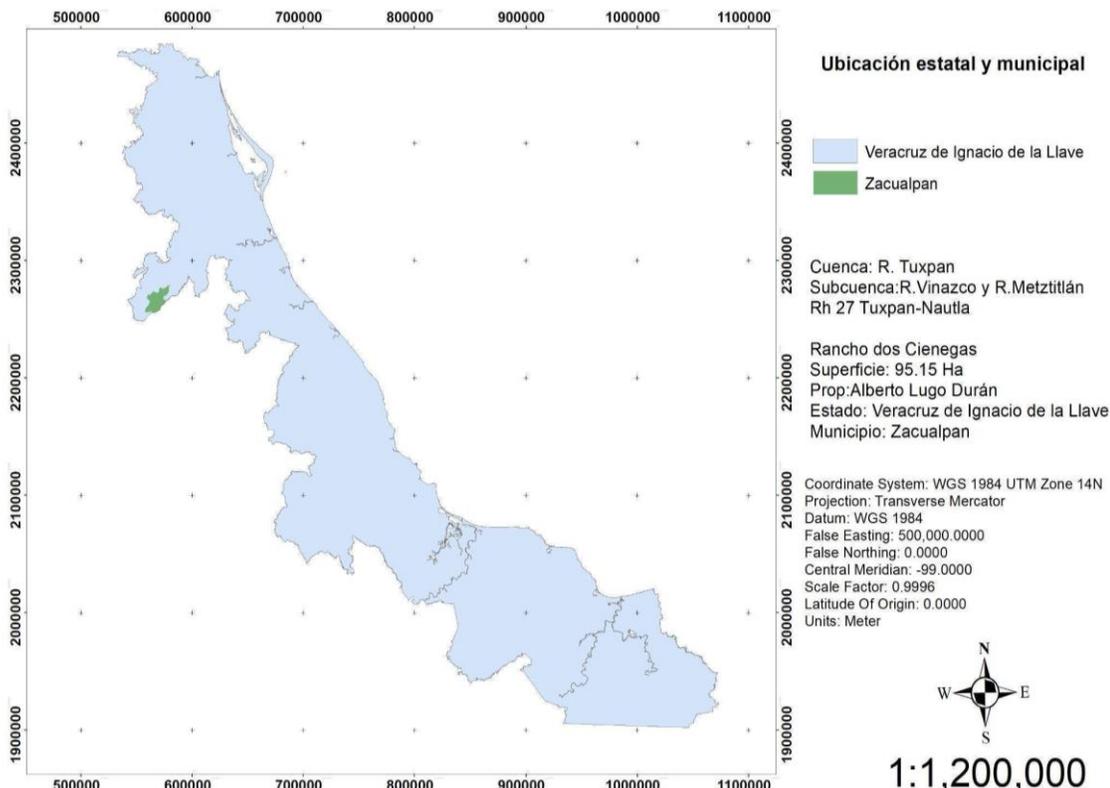


Figura 1. Ubicación estatal y municipal del área de estudio, fuente de elaboración propia con datos de (INEGI, 2024).

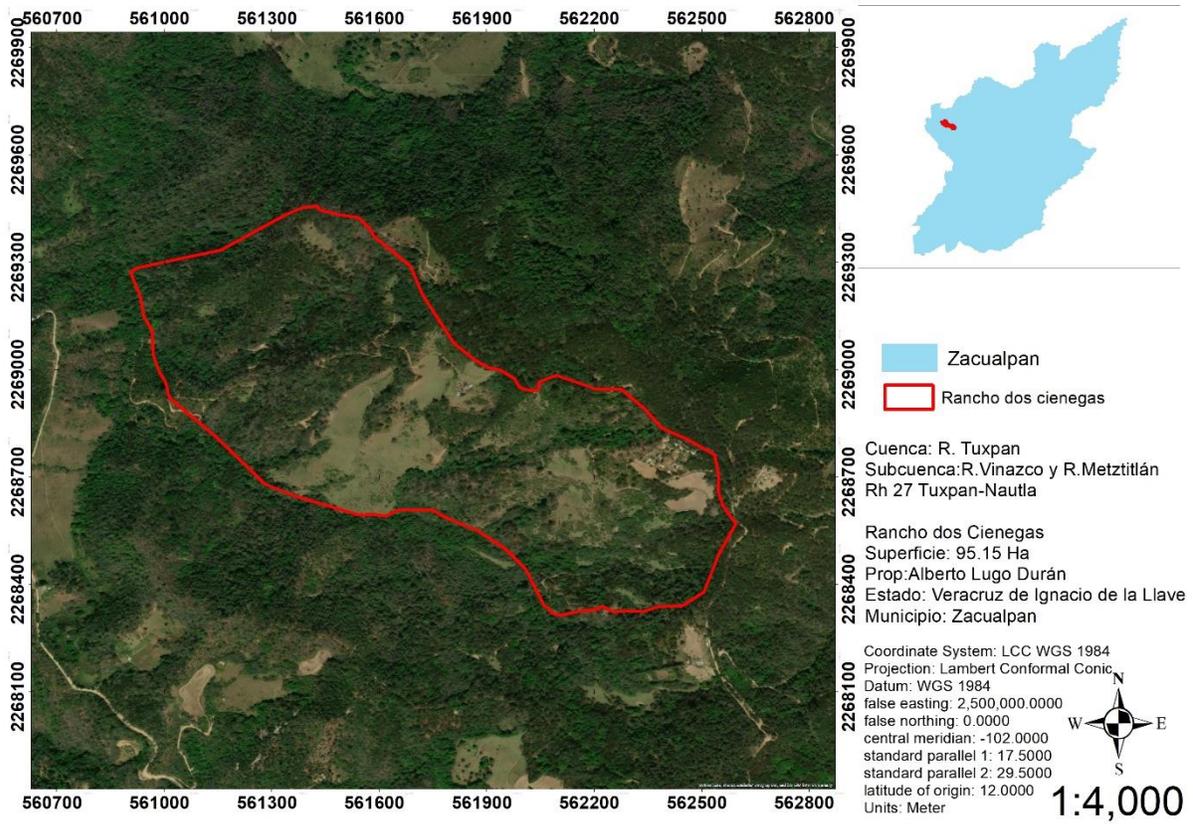


Figura 2.Ubicación del rancho Dos Ciénegas en el municipio de Zacualpan.

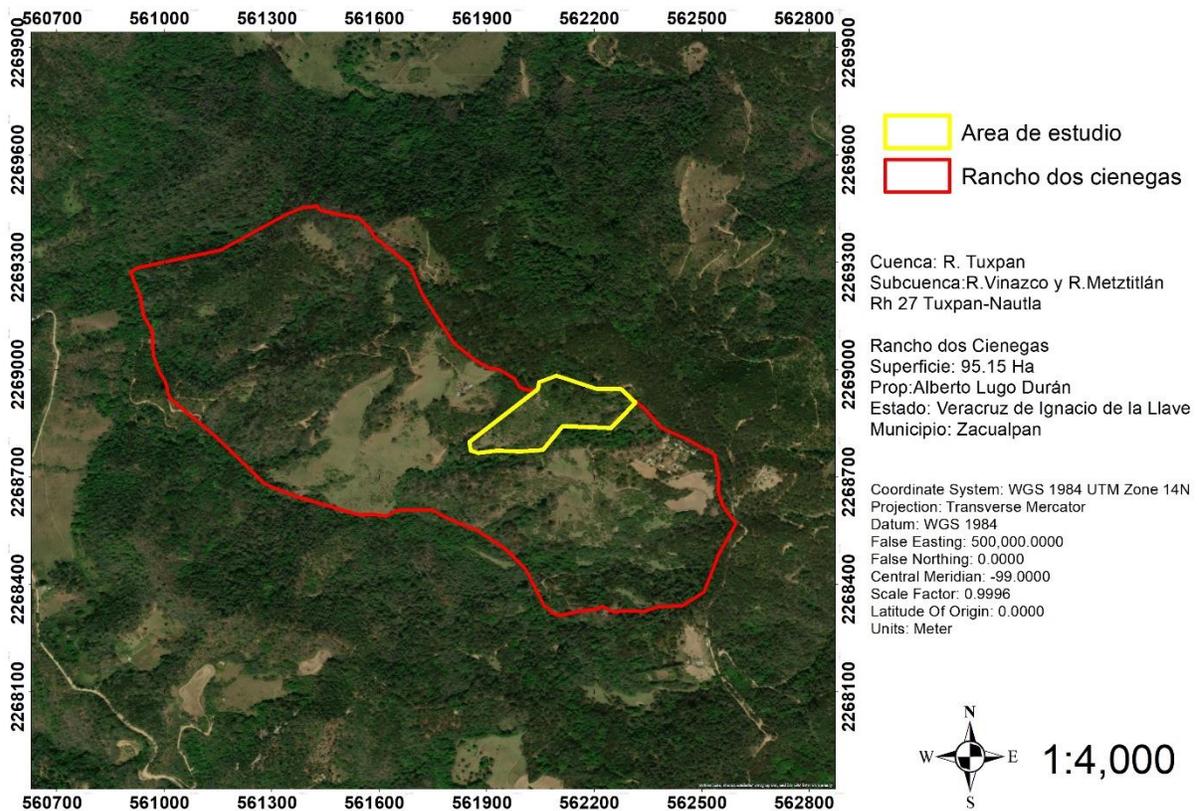


Figura 3. Ubicación del área de estudio en el rancho Dos Ciénegas.

4.2 Colecta y traslado de semilla

Se levantó el polígono del área donde están ubicados los árboles con ayuda de un GPS Garmin Montana 610, con los datos se elaboró el plano en el que se puede observar tanto el área del rancho como la zona de estudio. La cosecha de la semilla se realizó de forma manual de 10 árboles seleccionados al azar, dentro de los que presentaron mayor producción, se colectó medio kilogramo de semillas por árbol, las cuales se almacenaron en bolsas y se transportaron al laboratorio de semillas del ICAP. En el laboratorio a las semillas se les quitó el resto de las ramas y hojas y se guardaron en una bolsa de papel.



Figura 4. Extracción de semillas de laurel de cera.



Figura 5. Semillas recolectadas de laurel de cera.

4.3 Medición de las semillas

Se seleccionaron 100 semillas, las cuales se pegaron en una hoja blanca, con la aplicación Image Tool for Windows ver 3.0 se realizó la estimación del diámetro, para lo cual se hicieron dos mediciones la primera de arriba a abajo y la segunda de izquierda a derecha, con ambas mediciones se obtuvo un promedio.

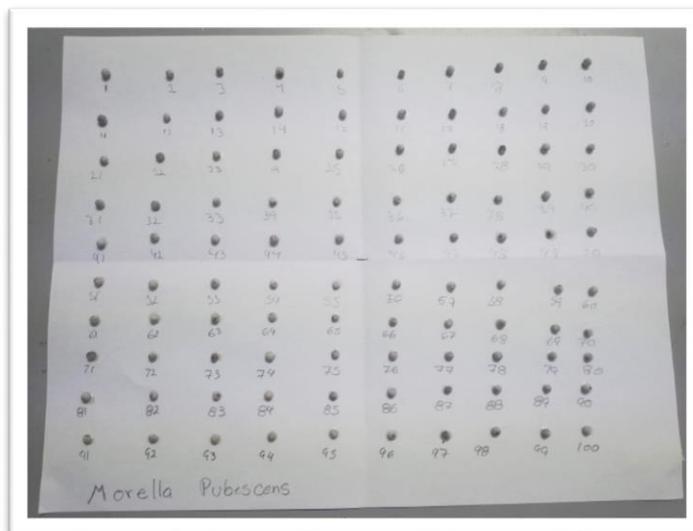


Figura 6. Semillas seleccionadas para realizar la medición.

4.4 Extracción de cera

Para llevar a cabo la extracción de cera, se utilizó el laboratorio de usos múltiples del ICAP. Se utilizaron 5 tratamientos y en cada una se emplearon 100 gramos de semillas; T1 agua, el T2 ácido acético 1% (secado), el T3 ácido acético 1% (retirado), el T4 ácido acético 5% (secado) y el T5 ácido acético 5% (retirado).

T1: para realizar la extracción, se agregó un litro de agua a un vaso de precipitado con capacidad de 2 litros (Figura 7) para dejar espacio libre suficiente. Luego, se calentó el agua en una parrilla de calentamiento hasta alcanzar el punto de ebullición (Figura 8), posteriormente, se adicionaron las semillas (Figura 10); las semillas se mantuvieron en el agua en ebullición durante 10 minutos (Figura 11); posteriormente se retiró el vaso de

precipitado de la parrilla y se dejó a reposar y enfriar para posteriormente proceder con el retiro de la cera solidificada de la parte superior (Figura 12).



Figura 7. Parrilla de calentamiento.

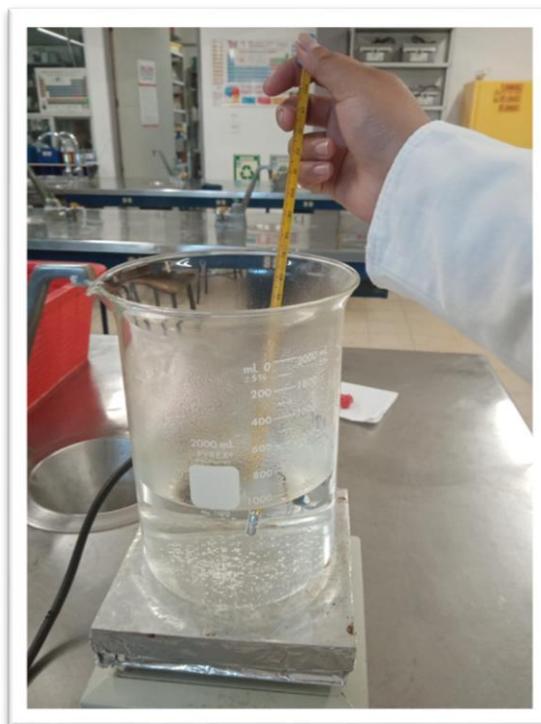


Figura 8. Agua calentada a 80 °C.



Figura 9. Pesado de la semilla de *M. pubescens*.



Figura 10. Calentamiento de las semillas de *M. pubescens*.



Figura 11. Ebullición del agua con las semillas sumergidas.

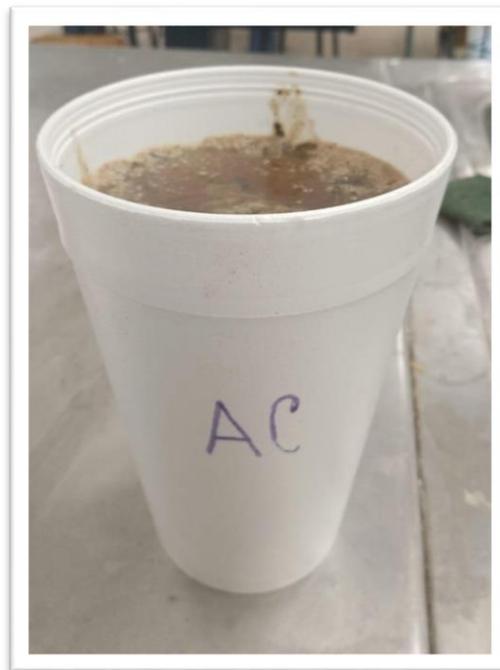


Figura 12. Solidificación de la cera a temperatura ambiente.

T2 y T4: para la extracción de la cera con el vinagre se agregó un litro de agua en un vaso de precipitado de 2 litros de capacidad (Figura 7). El agua se calentó en una parrilla de calentamiento hasta alcanzar el punto de ebullición (Figura 8), momento en el cual se añadieron 10 ml de vinagre al 1%, posteriormente se agregaron 100 g de semillas (Figura 9 y 10), las semillas se mantuvieron en el agua en ebullición durante 10 minutos (Figura 11), posteriormente se retiró el vaso de precipitado de la parrilla y se dejó a reposar y enfriar para posteriormente proceder con el retiro de la cera solidificada de la parte superior. Posteriormente se retiró la cera disuelta empleando una cuchara para separarla de la solución de agua con vinagre. Finalmente, la solución se dejó enfriar a temperatura ambiente para facilitar la solidificación de la cera.

T3 y T5: para la extracción de la cera con el vinagre se agregó un litro de agua en un vaso de precipitado de 2 litros de capacidad (Figura 7). El agua se calentó en una parrilla de calentamiento hasta alcanzar el punto de ebullición (Figura 8), momento en el cual se añadieron 10 ml de vinagre al 5%, posteriormente se agregaron las semillas (Figura 10). Las semillas se mantuvieron en el agua en ebullición durante 10 minutos (Figura 11), posteriormente se retiró el vaso de precipitado de la parrilla y se dejó a reposar y enfriar para posteriormente proceder con el retiro de la cera solidificada de la parte superior. Enseguida se retiró la cera disuelta empleando una cuchara para separarla de la solución de agua con vinagre, para posteriormente dejarla enfriar y solidificar a temperatura ambiente.

4.5 Preparación de sustrato, siembra y germinación

Para la siembra de las semillas se utilizó una mezcla de sustratos de peat moss, agrolita y vermiculita (1:1:1 en volumen), con el cual se llenaron charolas de unicel de 77 cavidades (125 ml de capacidad). Previo a la siembra, se seleccionaron al azar 5 lotes

de 100 semillas a las cuales se les aplicaron los diferentes tratamientos de escarificación: T1 sin escarificación, T2 lijado de las semillas con una lija número 100 hasta eliminar la cera, y T3 remojo de la semilla en vinagre por 10 minutos, T4 remojo en agua oxigenada por 20 minutos y T5 remojo en agua oxigenada por 30 minutos. El quinto grupo sirvió como control. Posterior a los tratamientos, de cada lote se seleccionaron 77 semillas que fueron sembradas de forma manual en las charolas previamente preparadas. Posteriormente se llevó a la supervisión diaria y registro de la fecha de cada una de las semillas germinadas.

4.6 Mantenimiento y cuidado de las plantas

Las semillas se regaron cada tercer día hasta capacidad de campo, se les aplicó un riego semanal con Captán (fungicida) para prevenir el ataque de enfermedades en una dosificación de (1.5 g/L de agua) con una bomba aspersora. También las plantas fueron fertilizadas semanalmente con el fertilizante 25-10-10+MG+ME en una dosis de 2 g por litro de agua, la fertilización se llevó a cabo de forma manual y con ayuda de una probeta, a cada planta se le suministraron 20 ml de la solución nutritiva.

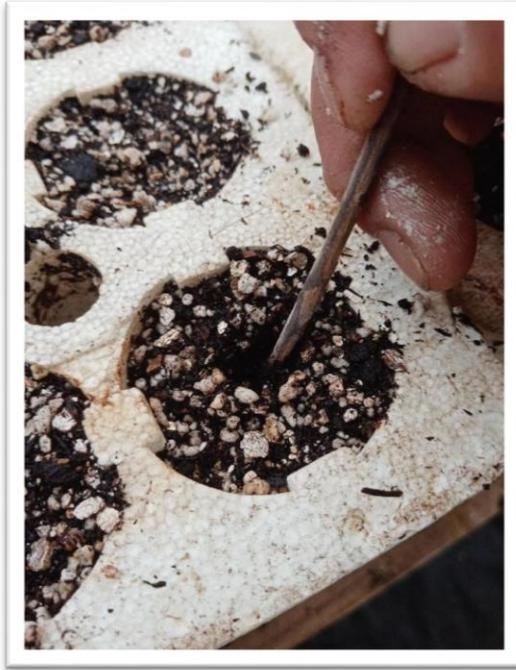


Figura 13. Apertura de cepas para depositar semillas de *M. pubescens*.

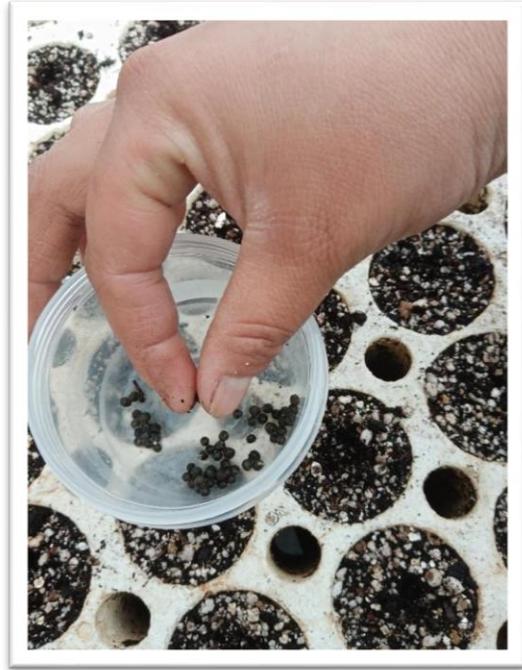


Figura 14. Semillas de *M. pubescens* con tratamiento de lija.



Figura 15. Se cubre la semilla con sustrato.

4.7 Medición de las plántulas

A las plántulas se les midió el diámetro a la base de la primera hoja con un vernier digital con precisión a las centésimas de mm y la altura se midió de la primera hoja hasta el ápice de la planta con ayuda de una regla graduada con precisión a las décimas de centímetro, se midieron todas las plántulas de todos los tratamientos que se tuvieron después de la germinación.

4.8 Cálculo de índice de calidad de planta

Para calcular el índice de calidad, se seleccionaron 30 plantas de forma aleatoria, a cada plántula se le midió el diámetro y al altura, posteriormente, a cada planta se le retiro de la raíz el sustrato de forma manual, enseguida con ayuda de un bisturí a cada planta se le separó la raíz, a la altura de la primera raíz; luego, el tallo y el sistema radicular se pesaron por separado en una báscula de precisión (69ADAM AQT-600); posteriormente ambas partes de las plántulas se guardaron en una bolsa de papel, la cual fue etiquetada con el número de la planta correspondiente. Después las bolsas se colocaron en un horno (GRIEVE LW-201C) a 60 °C durante 24 horas, hasta alcanzar el peso anhidro para posteriormente volverse a pesar el tallo y la raíz.



Figura 16. Medición de diámetro.

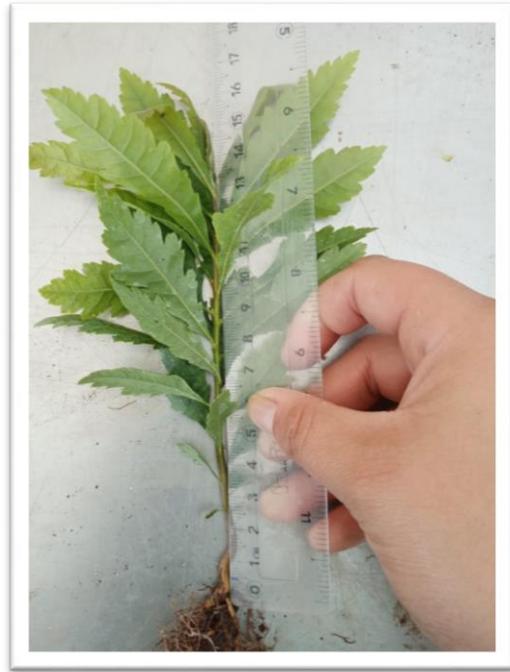


Figura 17. Medición de altura.



Figura 18. Raíz sin sustrato.



Figura 19. Peso fresco de la parte aérea de la plántula.

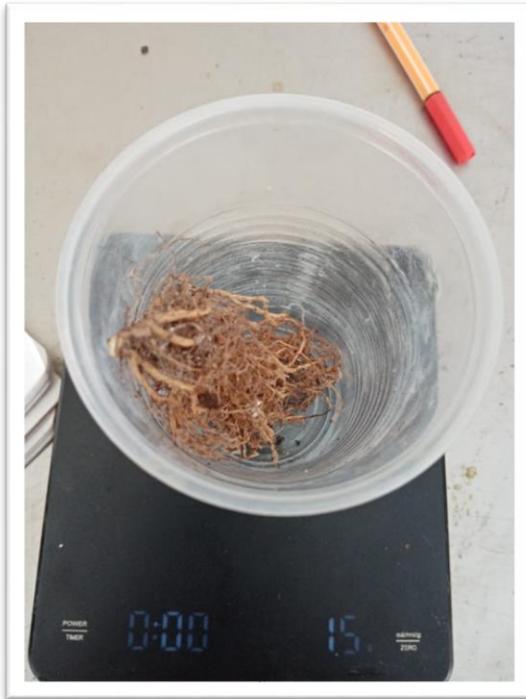


Figura 20. Peso fresco de la raíz.



Figura 21. Embolsado y etiquetado de la parte aérea y de la raíz con el número de planta.



Figura 22. Bolsas etiquetadas en el horno a 60 °C.



Figura 23. Peso de la raíz seca.



Figura 24. Peso de la parte aérea seca.

Con los datos obtenidos de peso, diámetro y altura, se procedió al cálculo del índice de calidad, los cuales son los siguientes:

4.8.1 Índice de robustez

$$IR = \frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro del cuello de la raíz (mm)}}$$

4.8.2 Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular (R PSA/PSR)

$$RBSA/BSR = \frac{\text{Biomasa seca aérea (g)}}{\text{Biomasa seca raíz (g)}}$$

4.8.3 Índice de calidad de Dickson (ICD).

$$\text{Índice de calidad de Dickson (ICD)} = \frac{\text{Peso seco total (g)}}{\frac{\text{Altura (cm)}}{\text{Diámetro (mm)}} + \frac{\text{Peso seco parte aérea (g)}}{\text{Peso seca raíz (g)}}}$$

4.8.4 Índice de lignificación (IL)

$$IL = \left[\frac{\text{Peso seco total (g)}}{\text{Peso húmedo total (g)}} \right] 100$$

4.9 Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de las variables estimadas se utilizó un análisis de varianza completamente al azar y la prueba de comparación de medias de Duncan con un nivel de significancia del 0.05, el software que se utilizó fue IBM SPSS Statistics 25. El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = el valor de la característica morfológica observada.

μ = es el promedio general si no se hubiese aplicado ningún tratamiento.

τ_i = es el efecto del tratamiento i .

ε_{ij} = es el error experimental cometido en la repetición j del tratamiento i .

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Medición de semillas

5.1.1 Peso

El peso promedio de las semillas de *Morella* fluctúa entre 0.012 y 0.032 g, cabe señalar que el 70% de las semillas se encuentra en el rango de 0.016 y 0.024 g (Cuadro 1 y Figura 25), lo que da como resultado que un kilogramo contenga entre 31,250 y 83,333 semillas.

Cuadro 1. Tabla de frecuencia del peso de las semillas de *M. pubescens* del rancho Dos Ciénegas, Atixtaca, Veracruz_2023.

Intervalo de confianza		Valor medio de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Fa (acumulativa)	Fr (acumulativa)
0.012	0.016	0.014	23	0.23	23	0.23
0.016	0.020	0.018	45	0.45	68	0.68
0.020	0.024	0.022	25	0.25	93	0.93
0.024	0.028	0.026	5	0.05	98	0.98
0.028	0.032	0.030	2	0.02	100	1

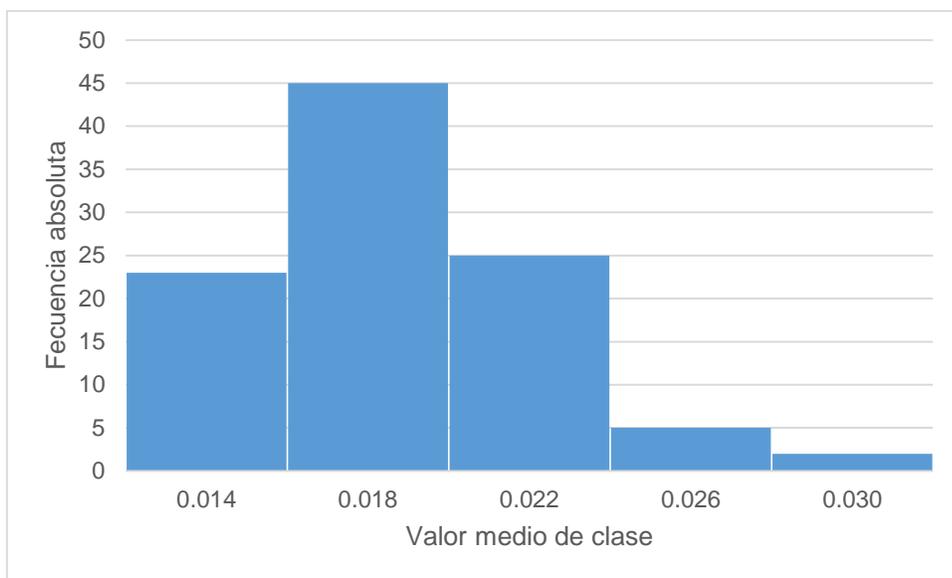


Figura 25. Histograma del peso de las semillas de *M. pubescens* del rancho Dos Ciénegas, Atixtaca, Veracruz_2023.

5.1.2 Diámetro

El diámetro promedio de las semillas se encuentra en el rango de 0.25 y 0.41 cm. El 97% se encuentra en la dos primeras categorías cuyos valores van de 0.25 a 0.31 cm (Cuadro 2 y Figura 26).

Cuadro 2. Tabla de frecuencia del diámetro de las semillas de *M. pubescens* del rancho Dos Ciénegas, Atixtaca Veracruz_2023.

Intervalo de confianza		Valor medio de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Fa (acumulativa)	Fr (acumulativa)
0.250	0.282	0.266	28	0.28	28	0.28
0.282	0.314	0.298	69	0.69	97	0.97
0.314	0.346	0.330	2	0.02	99	0.99
0.346	0.378	0.362	0	0	99	0.99
0.378	0.410	0.394	1	0.01	100	1

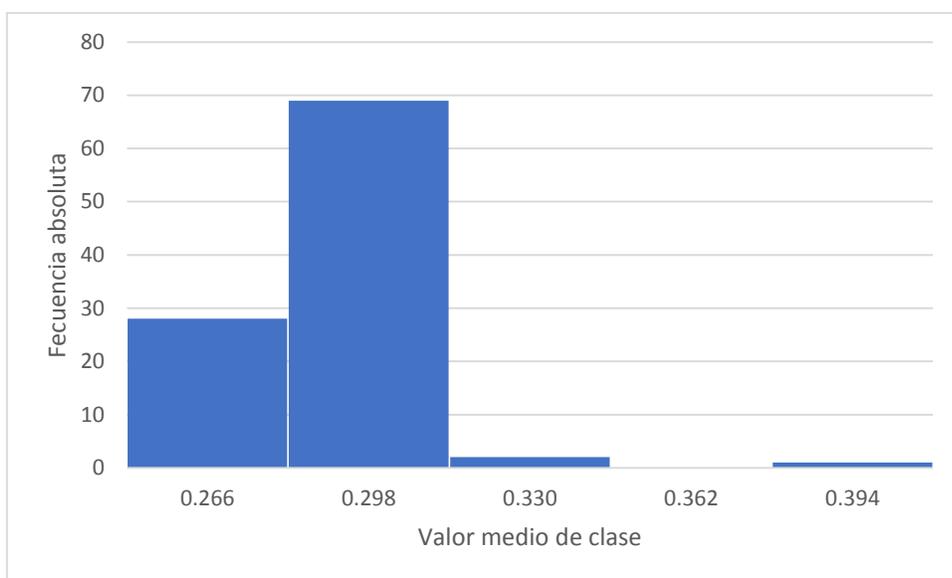


Figura 26. Histograma del diámetro de las semillas de *M. pubescens* del rancho Dos Ciénegas, Atixtaca, Veracruz_2023.

5.1.3 Germinación

El análisis de varianza indica una diferencia estadísticamente ($P \leq 0.05$) entre los distintos tratamientos de germinación de semillas (Cuadro 3). La prueba de comparación de medias de Duncan organiza los resultados en tres grupos (Cuadro 4); el agua oxigenada con 20 minutos de remojo presenta el mayor valor de germinación con un 67.2% mientras que el valor más bajo fue para el control con apenas un del 18.7% de semillas germinadas.

Cuadro 3. Tabla de análisis de varianza para la germinación de semillas de *M. pubescens*.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19214.692	4	4803.673	24.198	0.000
Dentro de grupos	8933.083	45	198.513		
Total	28147.776	49			

Cuadro 4. Tabla de comparación de las medias de los tratamientos de escarificación para las semillas de *M. pubescens*.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Control	10	18.7		
Vinagre	10		37.75	
Agua oxigenada (30 min)	10		40	
Agua oxigenada (20 min)	10			67.25
Lija	10			71

Según los datos de germinación reportados por Torres Benavente (2019) para *Caesalpinia spinosa*, los tratamientos más efectivos fueron la escarificación con ácido sulfúrico (H_2SO_4) durante 5 y 10 minutos, así como el raspado de la semilla con lija de agua del número 80, alcanzando un porcentaje de germinación del 95 %.

Según los resultados de germinación reportados por Inga Zumba (2017) *Morella sp* mostró un porcentaje de germinación del 2.67% con el tratamiento de agua oxigenada, mientras que con lana de acero del numero 8 alcanzó solo un 0.67.

Viveros Viveros *et al.*, (2015) realizaron tratamientos pregerminativos en semillas de *Enterolobium cyclocarpum*, obteniendo los mayores porcentajes de germinación con ácido sulfúrico (83%), agua caliente (82%) y lijado (81%).

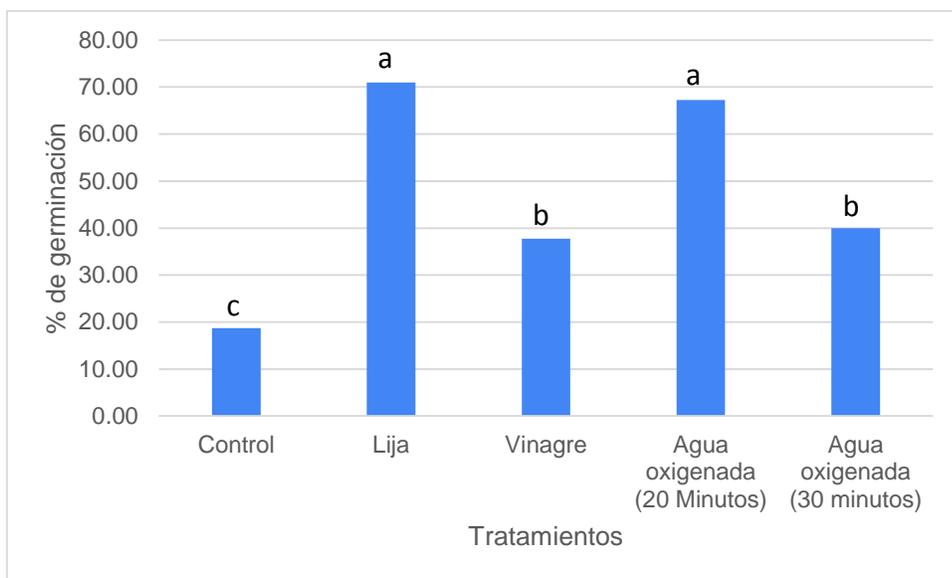


Figura 27. Grafica de barras de la comparación de las medias de los tratamientos de escarificación para las semillas de *M. pubescens*.

De manera general se puede observar que existen diferentes métodos de escarificación de las semillas en diversas especies, los más recurrentes son agua oxigenada, uso de lija, agua caliente y vinagre, donde los resultados varían con base en la especie y las características de las semillas.

5.1.4 Velocidad de germinación

El análisis de varianza muestra diferencia estadísticamente ($P \leq 0.05$) en la velocidad de germinación entre los distintos tratamientos de escarificación aplicados a las semillas (Cuadro 5). Además, la prueba de comparación de medias de Duncan clasifica los resultados en tres grupos diferentes (Cuadro 6); el tratamiento que obtuvo el mejor promedio en la velocidad de germinación fue el de uso de lija con un valor de 32.7 días, mientras que el tratamiento con el mayor promedio para la germinación de las semillas fue para el control y agua oxigenada con una media de 52.04 días.

Cuadro 5. Tabla de análisis de varianza para la velocidad de germinación de semillas de *M. pubescens*.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2690.629	4	672.657	10.165	0.000
Dentro de grupos	2977.758	45	66.172		
Total	5668.387	49			

Cuadro 6. Tabla de comparación de las medias de los tratamientos que mostraron mayor velocidad de germinación para las semillas de *M. pubescens*.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Lija	10	32.7		
Agua oxigenada	10		41.05	
Vinagre	10		42.24	
Agua oxigenada	10			51.79
Control	10			52.30

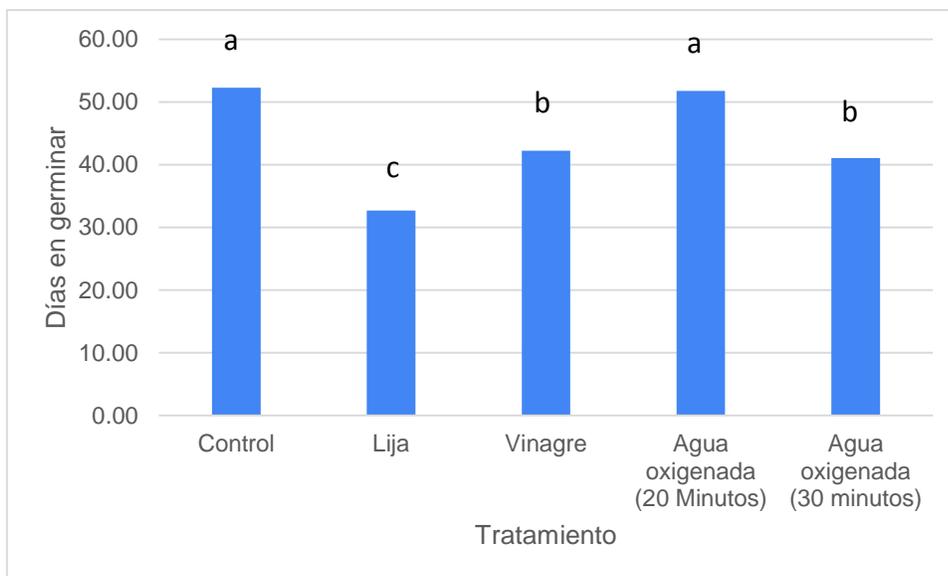


Figura 28. Grafica de barras de comparación de las medias de los tratamientos que mostraron mayor velocidad de germinación para las semillas de *M. pubescens*.

Según Torres Benavente (2019), el primer indicio de germinación en *Caesalpinia spinosa* apareció tres días después de aplicar los tratamientos pregerminativos, mientras que en *Morella pubescens*, el primer indicio de germinación se observó a los 32 días.

Inga Zumba (2017) para la especie *Morella sp.* el primer evento de germinación apareció en el día 52 para el tratamiento de agua oxigenada, mientras que en el tratamiento de agua oxigenada a 20 y 30 minutos aplicado a *M. pubescens* el primer evento germinativo fue a los 51 y 41 días respectivamente, se puede decir que en el tratamiento de 20 minutos la diferencia es de un día por lo tanto podemos decir que ambos tratamientos dieron casi los mismos resultados, pero a comparación de estos dos con el de 30 minutos el de 30 es mejor ya que este se tardó menos días.

Según Viveros Viveros y otros (2015), con el tratamiento de lijado aplicado a las semillas de *Enterolobium cyclocarpum*, el primer registro de germinación ocurrió a los 7 días después de la siembra. En cambio, para *M. pubescens*, el primer registro de germinación con el mismo tratamiento se dio a los 32 días.

5.2. Crecimiento de las plántulas

5.2.1 Altura

La altura de las plantas fue medida durante cuatro meses, para el primer mes de medición el promedio fue 2.43 cm, para el segundo mes las plantas tuvieron una altura media 3.87 cm, para el tercer mes dicho valor fue de 5.72 cm y en el último mes de medición el promedio alcanzó 6.84 (Figura 29); considerando los incrementos mensuales se tiene que de agosto a septiembre el promedio fue de 1.44 cm, de septiembre a octubre de 1.85 cm y de octubre a noviembre el valor medio fue de 1.12 cm (Figura 30).

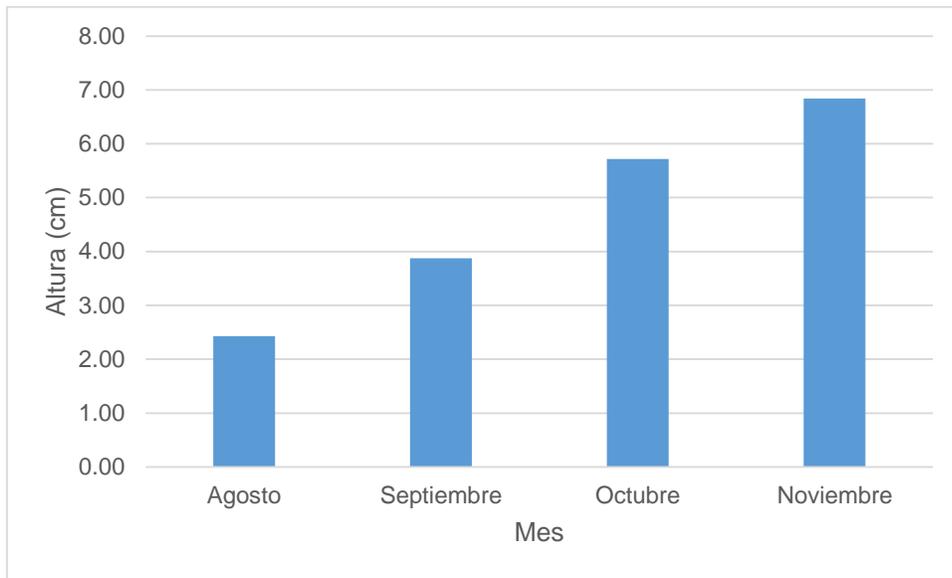


Figura 29. Grafica de barras de crecimiento en altura mensual de las plantas de *M. pubescens*.

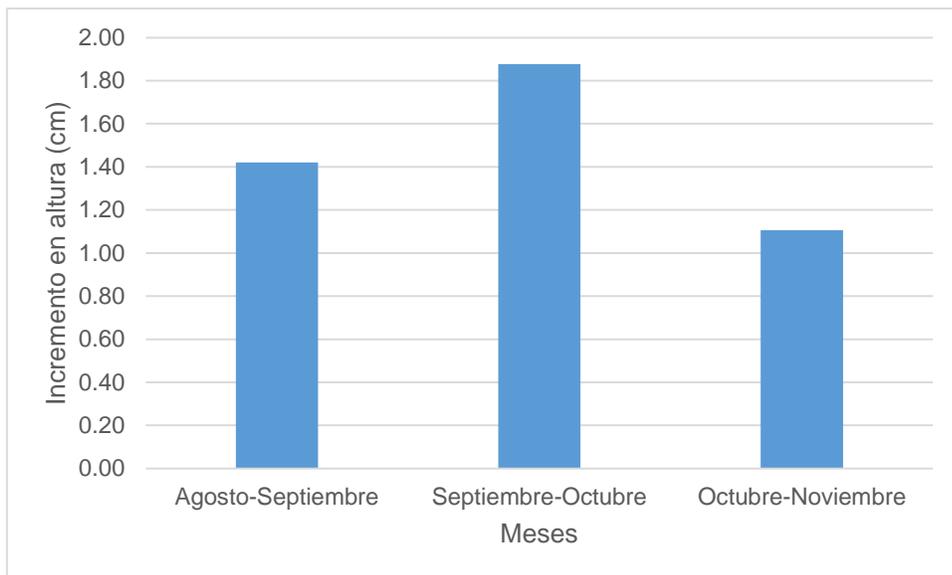


Figura 30. Grafica de barras de incremento en altura de las plantas de *M. pubescens*.

5.2.3 Diámetro

El diámetro de las plantas fue medida durante dos meses, para el primer mes de medición el promedio fue 1.5 mm y para el segundo mes las plantas tuvieron un diámetro medio de 2.08 mm; (Figura 31); considerando los incrementos mensuales se tiene que del mes de octubre a noviembre el valor medio fue de 0.58 mm.

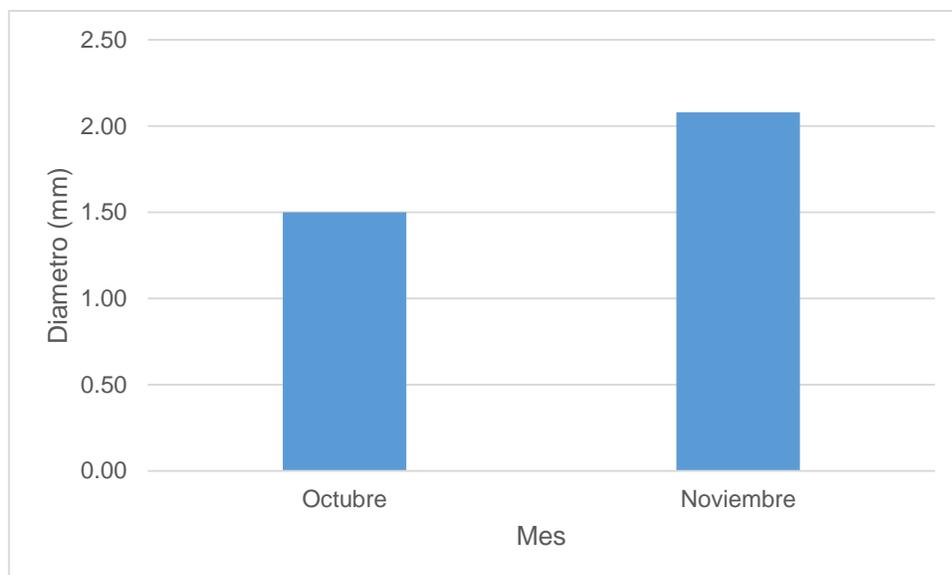


Figura 31. Grafica de barras de crecimiento en diámetro mensual de las plantas de *M. pubescens*.

5.3 Extracción de cera

El análisis de varianza indica una diferencia estadísticamente significativa ($P \leq 0.05$) entre los distintos tratamientos de extracción de cera (Cuadro 7). Además, la prueba de comparación de medias de Duncan clasifica los resultados en dos grupos distintos (Cuadro 8): los mejores métodos de extracción fueron el T1 y T2 con un promedio de rendimiento del 15.32 g, mientras que el segundo grupo quedó integrado por el T3 y T4 con una media de 8.88 gramos de cera.

Cuadro 7. Tabla de análisis de varianza de la extracción de cera de *M. pubescens*.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	153.11	4	38. 279	.7.58	.004
Dentro de grupos	50.48	10	5.0482		
Total	203.597	14			

Cuadro 8. Tabla de comparación de las medias de los tratamientos de extracción de cera de *M. pubescens*.

Tratamiento	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
Ácido acético 5% (secado)	3	8.83	
Ácido acético 5% (retirado)	3	8.93	
Control (agua)	3		14.5
Ácido acético 1% (secado)	3		15.36
Ácido acético 1% (retirado)	3		16.1

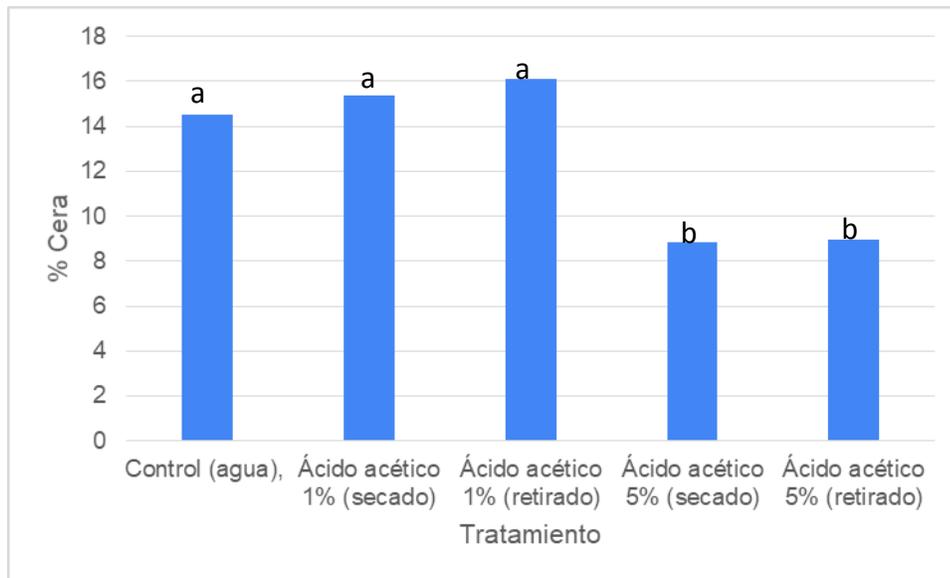


Figura 32. Histograma de comparación de las medias de los tratamientos que mostraron mayor extracción de cera de las semillas de *M. pubescens*.

Rodríguez Almeida (2022) realizó la extracción de cera de *Morella pubescens* utilizando un equipo Soxhlet y dos solventes distintos. El solvente que mostró la mayor eficiencia en la extracción fue el éter dietílico, con un promedio total de 25.60% de cera obtenida.

Según Revelo Vargas (2011), al extraer cera del bagazo de caña (100 g), se obtuvieron aproximadamente 3.2 gramos de cera utilizando heptano y hexano de manera adecuada.

Fernández Casiis *et al.*,(2023) reportaron que la variante de caña de azúcar C120-78, tratada con solvente etanol a base de corteza, produjo un 3.60% de cera.

Para la extracción de cera se han probado varios métodos en distintas especies, los cuales usan diversos solventes como o-xileno, tolueno, ciclohexano, heptano, hexano, etanol, ácido sulfúrico, ácido acético, entre otros, con resultados distintos con base en la especie.

5.4 Calidad de planta.

Respecto de la calidad de planta se tiene que con base al índice de robustez los valores fluctuaron entre 2.82 y 5.0 (Cuadro 9). Esto confirma que todas las plantas evaluadas son de alta calidad, ya que presentan un índice inferior a 6, valor establecido como referencia para dicha categoría.

Cuadro 9. Tabla de frecuencias del índice de robustez.

Intervalo de confianza		Valor medio de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Fa (acumulativa)	Fr (acumulativa)
2.82	3.55	3.18	5.00	0.17	5.00	0.17
3.55	4.27	3.91	18.00	0.60	23.00	0.77
4.27	5.00	4.64	7.00	0.23	30.00	1

Huaraca Mejía (2020) encontró en plántulas de *Pinus tecunumanii* de 5.5. meses de edad y de diferente procedencia un Índice de Robustez (IR) de 6.17 y 8.76. Por otra parte, Rueda Sánchez, y otros (2014) evaluaron la calidad de planta en seis viveros en Nayarit y 11 especies forestales, con diferente manejo los de los 2 a los 7 meses de edad, los valores encontrados fluctuaron entre 1.6 y 7.2. A su vez, Paz Paz, Rodríguez Trejo, Villanueva Morales, & Borja-de la Rosa (2023) evaluaron *Pinus patula* y *Pinus oaxacana* y encontraron índices entre 7.3 y 7.9, respectivamente, la planta recibió diferentes tratamientos de fertilización y se evaluaron a los nueve meses de edad.

La calidad de planta con base en la relación peso seco aéreo y peso seco radical se ubicó entre los valores de 0.93 y 2.07 (Cuadro 10). Del total de plantas evaluadas, el 96.67% corresponde a la categoría de calidad alta, mientras que el 3.33% se clasifica como de calidad media.

Cuadro 10. Tabla de frecuencia de la Relación peso seco de la parte aérea y el peso seco del sistema radicular (R PSA/PSR).

Intervalo de confianza		Valor medio de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Fa (acumulativa)	Fr (acumulativa)
0.93	1.31	1.12	13.00	0.43	13.00	0.43
1.31	1.69	1.50	12.00	0.40	25.00	0.83
1.69	2.07	1.88	5.00	0.17	30.00	1

Heras Marcial (2021) evaluó la calidad en plántulas 7.5 meses de edad de las especies *P. patula* y *P. teocote*, encontraron valores entre 3.34-5.8 y 3.2-5.24, respectivamente, por lo tanto, la calidad de planta es baja. Acosta García (2018), evaluó la calidad de planta en distintas especies forestales a los 10 meses de edad, las cuales fueron sometidas a diferentes dosis de abonos orgánicos; para el género *Pinus* se encontró que *P. lawsonii* presentó un índice que fluctuó entre 1.4 y 1.6, considerado de calidad alta; para las especies *Quercus laurina* y *Quercus rugosa* los índices fueron de 0.1-0.4 y 0.1-0.8, respectivamente, y se consideraron plantas de calidad alta. Villalón Mendoza *et al.* (2016) evaluó la calidad de planta a los 6 meses en *Quercus canby*, para el análisis dividieron a las plántulas con base en su altura y diámetro, los valores encontrados fueron de entre 0.611 y 1.122, lo que indica calidad alta.

Con base al índice de Dickson se tuvo que los valores fluctúan entre 0.13 y 0.46 (Cuadro 11). Del total de plantas evaluadas, el 20% corresponde a la categoría de calidad baja, mientras que el 80% se clasifica como de calidad alta.

Cuadro 11. Tabla de frecuencias del índice de calidad de Dickson.

Intervalo de confianza		Valor medio de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Fa (acumulativa)	Fr (acumulativa)
0.13	0.24	0.18	10.00	0.33	10.00	0.33
0.24	0.35	0.29	15.00	0.50	25.00	0.83
0.35	0.46	0.40	5.00	0.17	30.00	1

Sáenz Reyes, Muñoz Flores, & Pérez D. (2014) encontraron valores de calidad de planta de entre 0.21 y 0.43 para la especie de *P. greggii* y *P. pseudostrobus*, respectivamente, las plántulas fueron evaluadas a los 9 meses de edad, lo cual indica calidad media para ambas especies. Por su parte, Reyes Alvarado (2024) determinó el Índice de Calidad de Dickson (ICD) para *Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*, *Tabebuia donnell-smithii* y *Pinus michoacana* a los seis meses de edad, los valores encontrados fueron 0.47, 0.31, 0.16 y 1.19, respectivamente, lo que indica calidad media para las tres especies primeras y alta para la última. Gallardo Salazar, Rodríguez Trejo y Castro Zavala (2019), estudiaron en *Abies religiosa* el Índice de Calidad de Dickson (ICD) en plántulas de 10 meses de edad cuya semilla fue de dos procedencias, los valores encontrados fluctuaron entre de 0.8, lo que corresponde a planta de alta calidad.

VI. CONCLUSIONES

Los tres métodos más efectivos para la extracción de cera fueron el uso de ácido acético 1% (retirado), ácido acético al 1% (secado) y el control (agua), logrando extraer un 15.32% de cera en total.

En cuanto a los tratamientos de escarificación, los de lijado y agua oxigenada durante 20 minutos mostraron el mayor porcentaje de germinación, con un promedio de 69.12%.

Tras calcular los índices de calidad, se concluye que las plantas de *Morella pubescens* son de alta calidad, dado que los índices de robustez, la relación PSA/PSR y el índice de calidad de Dickson arrojaron resultados favorables.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta Álvarez, J. A., Coral Taguada, O. L., y Rodríguez Mora, A. (2002). Estudio de factibilidad para la implementación de un proceso alternativo de aprovechamiento del fruto de laurel (*Myrica pubescens* H.& B. ex Willdenow) en la zona nororiente del departamento de Nariño. *Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniería Agroindustrial*.
- Acosta García, Y. (2018). El uso de los abonos orgánicos en la evaluación de la germinación y calidad de planta de especies forestales para restauración ecológica, en Huitzilac, Morelos. *Tesis que para obtener el grado de: Maestro en Manejo de Recursos Naturales*. México: Universidad Autónoma del Estado de Morelos.
- Alvarado Fajardo, V. M. (2011). Guía ilustrada de propagación de especies silvestres del parque natural municipal Ranchería y su área de influencia Paipa, Boyacá (Colombia). <https://librosaccesoabierto.uptc.edu.co/index.php/editorial-uptc/catalog/book/88>
- Alvarado Vázquez, M. A., Rocha Estrada, A., y Moreno Limón, S. (2010). De la lechuguilla a las biopelículas vegetales las plantas útiles de Nuevo León. https://www.researchgate.net/profile/raehim_foroughbakhch/publication/236876094_flora_util_de_nuevo_leon/links/5707b2a408ae2eb9421bd4ea/flora-util-de-nuevo-leon.pdf
- Arango, O., Hurtado, A., Castillo, P., y Santacruz, M. (2009). Estudio de las condiciones de extracción por arrastre con vapor del aceite esencial de laurel de cera (*Morella pubescens*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 7(2), 40-48. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612009000200006&script=sci_arttext
- Borja A., C., y Lasso B., S. (1990). *Plantas nativas para reforestación en el Ecuador*. Fundación Natura.
- Bravo, Á., Castillo, Á., y Chaves, G. (1996). Evaluación de tres métodos sobre la pre-germinación de semillas de Laurel de cera (*Myrica pubescens* H.B.K.). *Tesis de grado. Universidad de Nariño. Departamento de Biología. Programa de especialización en ecología*.
- Cabello Alvarado, C. J., Sáenz Galindo, A., Barajas Bermúdez, L., Pérez Berumen, C., Ávila Orta, C., y Valdés Garza, J. A. (2013). Cera de Candelilla y sus aplicaciones. *Avances en Química*, 8(2), 105-110. <https://www.cofemersimir.gob.mx/expediente/13817/mir/32651/anexo/910496>

- Castro, G., y Ayala, R. (2011). Optimización de técnicas para la pre-germinación del laurel de cera ((*Morella pubescens* H y B ex Willdenow). *Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Forestal*, 2-6. Ibarra, Ecuador. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/818>
- Comisión Nacional Forestal. (2009). Criterios técnicos para la producción de especies forestales de ciclo corto (rápido crecimiento), con fines de restauración. Conafor. Zapopan, Jal., México. 9 p.
- Comisión Nacional Forestal. (2021). *Candelilla, un valioso recurso natural no maderable*. Comisión Nacional Forestal: <https://www.gob.mx/conafor/articulos/candelilla-un-valioso-recurso-natural-no-maderable?idiom=es>
- Corantioquia. (2009). Manejo de las semillas y la propagación de doce especies arbóreas nativas de importancia económica y ecológica. *Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia(4)*. Medellín, Colombia. https://www.corantioquia.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/boletin_semilas_especies_forestales.pdf
- Delgado Vargas, I. A., Daza Castillo, J. M., Luna Cabrera, G. C., Ferney Leonel, H., y Forero Peña, L. A. (2016). Cuantificación de radical de carbono *Morella pubescens* (willd.) wilbur en dos agroecosistemas (Nariño, colombia). *Colombia Forestal*, 19(2), 209-2018. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.colomb.for.2016.2.a06>
- Dickson, A., Leaf, A. L., y Hosner, J. F. (1960). Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, 10-13. <https://doi.org/https://doi.org/https://doi.org/10.5558/tfc36010-1>
- Fernandes Rocha, T. G., Rodrigues Silva, R. A., Ximenes Dantas, E., y de Almeida Vieira, F. (2015). Fenologia da *Copernicia prunifera* (Arecaceae) em uma area de Caatinga do Rio Grande do Norte. *CERNE*, 673-681. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74444232019>
- Fernández Casiis, M., Hernández Ramos, E., Pérez Carrión, K., Díaz de los Ríos, M., y Mesa López, J. M. (2023). Estudio de extracción de cera, a partir de cutícula de caña de azúcar con solventes orgánicos,a escala de laboratorio. *Icidca*, 57(1).
- Flores del Ángel, M. d. (2013). Situación actual de las poblaciones de candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* zucc) : inventario, su propagación sexual y asexual en el Estado de Coahuila, México. <https://cd.dgb.uanl.mx/handle/201504211/16550>
- Gallardo Salazar, J., Rodríguez Trejo, D., y Castro Zavala, S. (2019). Calidad de planta y supervivencia de una plantación de oyamel [*Abies religiosa* (kunth) schldl. et

- cham.] de dos procedencias en México central. *Agrociencia*, 53(4).
<https://www.agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1833>
- Gallardo, M. (1993). El laurel de cera (*Myrica centena*). Mecanografiado, San Juan de Pasto. Parlamento de prevideo.
- García, E. - CONABIO. (1998). Shapefiles de Climas. *Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*.
http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/climas/clima1mgw
- García, M. A. (2007). Importancia de la calidad del plantín forestal. In: XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Área Forestal de la EEA Concordia del INTA. Concordia, Entre Ríos, Argentina. 10 p.
- Gargiullo, M. (2008). *A field guide to plants of Costa Rica*. USA: Oxford University Press.
- Gaviria, J., y Herrera, E. (2013). Propiedades físicas del suelo en el arreglo agroforestal laurel de cera *Morella pubescens* H.B.K con chocho *Lupinus mutabilis* L. En el municipio de Pasto. <https://sired.udenar.edu.co/2244/>
- González, M. E. (1996). Efecto de distintos regímenes de manejo radicular en el crecimiento de plantas de raulí (*Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl) Oerst.) 1-0 a raíz desnuda. *Bosque* 17(1): 29-41.
- Heras Marcial, M. (2021). Influencia de la fertilización en dos especies de pino en vivero y campo. *Tesis presentada como requisito parcial para obtener el grado de Maestro en Ciencias*. Estado de México.
- Huaraca Mejía, M. R. (2020). Caracterización de la calidad de plantones de dos procedencias de *Pinus tecunumanii* en fase de vivero – oxapampa. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4594>
- INEGI. (2024). Shapefiles de División política estatal 1:250000. 2023. *Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*.
<http://geoportal.conabio.gob.mx/metadatos/doc/html/dest23gw.html>
- Inga Zumba, D. E. (2017). Ecología de germinación de *Morella* sp., enfocada a la propagación y restauración de ecosistemas. *Trabajo de graduación previo a la obtención del título de: Bióloga con mención en Ecología y Gestión*.
- INIFAP - CONABIO. (1995). Shapefile de Edafología 1:100000. *Catálogo de metadatos geográficos. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad*. México.

http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/edafo/tsuelo/eda251mgw

Laurelwax.com. (17 de Octubre de 2024). *Laurel wax*. Laurel wax: <https://www.laurelwax.com/>

Luna Cabrera, C., y Muñoz Hoyos, J. (1999). *Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación del laurel de cera, Myrica pubescens H. & B. ex Willdenow*. Santafé de Bogotá: Convenio Andrés Bello. <https://books.google.at/books?id=IXG5v3Q-0pwC>

Luna Cabrera, G. C. (2011). Laurel de cera (*Morella pubescens*), especie promisoría de usos múltiples empleada en agroforestería. *Agroforestería Neotropical*, 1(1).
chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://core.ac.uk/download/pdf/229557112.pdf>

Malterud, K. E., Wollenweber, E., y Gómez, L. D. (1979). Notizen: The wax of *Calathea lutea* (Marantaceae). *Zeitschrift für Naturforschung. C, Journal of biosciences*, 34.

Mejía Bojórquez, J. M., Prieto Ruiz, J. A., García Rodríguez, J. L., Aguilar Vitela, J. L., y Huchin Alarcón, S. (2009). *Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío*. Coyoacán, Mexico.: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.

Mellema, M. (2008). Co-crystals of Beeswax and Various Vegetable Waxes with Sterols. Studied by X-ray Diffraction and Differential Scanning Calorimetry. <https://doi.org/10.1007/s11746-009-1385-4>

Melo Cerón, J. E. (2004). Evaluación de métodos para determinar la calidad de semillas, en laurel de cera (*Morella pubescens* H.& B. Ex Willd) Wilbur. *Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar el título de Ingeniero Agrónomo*.

Melo, C., y Chamorro, N. (2008). Potencial de carbono de *Morella pubescens* Humb.& Bonpl, *Alnus jorullensis* H.B.K., Y *Acacia decurrens* Willd, como cercas vivas en el coregimiento de Cabrera, municipio de Pasto. 1. <https://sired.udenar.edu.co/5521/>

Muñoz, J. M. (1993). Análisis de la producción del laurel (*Myrica pubescens* H.B.K.) y de la comercialización de la cera en algunos municipios del departamento de Nariño. Universidad de Nariño.

Parra O., C. (2003). Revisión taxonómica de la familia *Myricaceae* en Colombia. *Caldasia*, 25(1), 23-64.

- Paz Paz, M., Rodríguez Trejo, D. A., Villanueva Morales, A., y Borja-de la Rosa, M. A. (2023). Fertilización, calidad de planta y supervivencia en campo de *Pinus spp.* en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 14, 71-92. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11322023000200071&script=sci_arttext
- Pérez, E. (1956). Plantas útiles de Colombia. Ed. Talleres de sucesores de Rivadeneyra, S.A. Madrid, España.
- Prieto R., J. A., C, G. V., y B., E. M. (2003). Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Primera reimpression Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA. Durango, Dgo., México Folleto Técnico Núm. 12. 24 p.
- Prieto Ruíz, J. Á., García Rodríguez, J. L., Mejía Bojórquez, J. M., Huchín Alarcón, S., y Aguilar Vitela, J. L. (2009). *Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío. Campo Experimental Valle del Guadiana (Vol. 28)*. Durango, Durango, México: INIFAP-SAGARPA.
- Ramirez, L. F., y Laguado Cote, W. (2023). Evaluación de la viabilidad técnica y económica del uso de la cera de carnauba extraída de la planta *Copernicia prunifera* para la elaboración de un bioproducto de limpieza de vehículos. *Trabajo como requisito para epatar el título de ingeniera Ambiental*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/293bdeb7-5106-4265-ab75-540b9459c2e7/content>
- Revelo Vargas, D. (2011). Extracción de la cera del bagazo de caña de azúcar (*saccharum officinarum*) mediante tratamiento de explosión de vapor y tratamiento de combinación de solventes heptano/hexano/agua.
- Reyes Alvarado , I. N. (2024). Calidad de planta de tres especies nativas de la costa de Oaxaca. <http://coralito.umar.mx:8383/jspui/handle/123456789/1556>
- Reyes Reyes, J., Rodríguez Morales, J. A., Pimienta de la Torre, D., Fuentes Pérez, M. A., Aguirre Medina, J. F., y Merino García, A. (2022). Diagnóstico de la calidad de planta en el vivero forestal El Campanario, Tuxtla Chico. *ECUCBA*, 29-37.
- Rocha Estrada, A., Foroughbakhch Pournavab, R., Guzmán Lucio, M. A., y Alvarado Vázquez, M. A. (2021). Candelilla (*Euphorbia antisyphilitica* Zucc.), aprovechamiento tradicional en el norte de México. *Uanl.mx. CIENCIA UANL*, 24(110), 25-32. <https://cienciauanl.uanl.mx/?p=11384>

- Rodríguez Almeida, E. O. (2022). Extracción y caracterización físico-química de cera natural de *Morella pubescens* Humb & Bonpl (laurel de cera) a nivel laboratorio. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/18194>
- Rodríguez Trejo, D. A. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Ed. Mundi Prensa. México, D.F., México. 156 p.
- Rueda Sánchez, A., Benavides Solorio, J., Saenz Reytez, J., Muñoz Flores, H. J., Prieto Ruiz, J., y Orozco Gutiérrez, G. (2014). Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 5, 58-73. Retrieved 21 de Noviembre de 2024, from https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322014000200005
- Sáenz Reyes, J. T., Muñoz Flores, H. J., Pérez D., C. M., Rueda Sánchez, A., y Hernández Ramos, J. (2014). Calidad de planta de tres especies de pino en el vivero "Morelia", estado de Michoacán. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(26), 98-111. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63439016008>
- Seraquive Lozano, R. D. (2021). Evaluación de tres sustratos para la producción de laurel *Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) en la comunidad Lagunas, cantón Saraguro, provincia de Loja. *Tesis...* <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15938>
- Sopeña, F. (17 de Marzo de 2018). *Obtención de cera del laurel, en el sur de Colombia*. Blogspot.com: https://andandoporbogota.blogspot.com/2018/03/obtencion-de-cera-del-laurel-en-el-sur_17.html
- Thompson, B. E. (1985). Seedling Morphological Evaluation—What You Can Tell by Looking. En M. L. Durvea, *Proceedings of Workshop on Evaluating Seedling Quality: Principles, Procedures, and Predictive Abilities of Major Tests* (pp. 59-70). Oregon State: Forest Research Laboratory.
- Torres Benavente, M. A. (2019). Tratamiento mecánico, físico y químico de la semilla en la germinación y emergencia de plántulas de tara (*Caesalpinia spinosa* (molina) kuntze. arequipa. 2018).
- Trejos, A. (1960). Estudio sobre "El palomo, torcaz, roble, mimillo o palomito" (*Myrica* sp). Ministerio de cría. Dirección de Recursos Naturales Renovables. División de Ejecución de Programas. Caracas, Venezuela.
- Ureta Leones, D. A., Ocaña Martínez, M. M., Medina Gahona, A. G., Yunga García, W. V., García Quintana, Y., y Arteaga Crespo, Y. (2019). Indicadores de calidad de semillas y plántulas de dos especies del género *Cedrela* cultivadas en vivero con

fines de restauración en condiciones amazónicas. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, II(3), 193-202. <https://doi.org/https://doi.org/10.46380/rias.v2i3.67>

Valarezo, E., Correa-Jaramillo, C., Astudillo-Dávila, P., Garzón-Yaguache, J., Cartuche, L., Meneses, M. A., y Morocho, V. (2023). Chemical composition, enantiomeric distribution and biological activity of essential oil from *Morella pubescens* (humb. & Bonpl. Ex Willd.) Wilbur. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 28(7). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/molecules28072910>

Varela, A. S., y Arana, V. (2010). Latencia y germinación de semillas. Tratamientos pregerminativos. <https://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Latenciaygerminaci%C3%B3ndesemillas.pdf>

Vidal Zepeda, R. (1990). Shapefiles de Temperatura media anual. *Atlas Nacional de México. Vol. II. Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.* http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/?vns=gis_root/clima/temper/tempm4mgw

Vidal-Zepeda, R. (1990). Shapefiles de 'Precipitación media anual. *Atlas Nacional de México. Vol II. Escala 1 :4000000 Instituto de Geografía, UNAM. México.*

Villalón Mendoza, H., Ramos Reyes, J. C., Vega López, J. A., Marino , B., Muños Palomino, M. A., y Garza Ocañas, F. (2016). Indicadores de calidad de la planta de *Quercus canby Trel.* (encino) en vivero forestal. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 46-52.

Viveros Viveros , H., Hernández Palmeros, J. D., Velasco García, M. V., Robles Silva, R., Ruiz Montiel, C., Aparicio Rentería, A., . . . Hernández Hernández, M. L. (2015). Análisis de semilla, tratamientos pregerminativos de *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. y su crecimiento inicial. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 6(30), 52-65. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000400005

Young, V. (2024). Bijao: un envoltorio natural. *Revista El Faro | Canal de Panamá.* <https://elfarodelcanal.com/bijao-un-envoltorio-natural/>