



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES
ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

**“DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LA MADERA DE CUATRO
ESPECIES FORESTALES, PROCEDENTES DEL
NOROCCIDENTE DE PICHINCHA, CANTÓN PUERTO QUITO”**

TRABAJO DE TITULACIÓN
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL**

KARINA ISABEL COVEÑA CABRERA

RIOBAMBA – ECUADOR
2019

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Karina Isabel Coveña Cabrera, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 25 de junio de 2019

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Karina', is written over a horizontal line. The signature is stylized and cursive.

Karina Isabel Coveña Cabrera

080401862-0

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado: **“DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LA MADERA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES, PROCEDENTES DEL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA, CANTÓN PUERTO QUITO”**, de responsabilidad de la Srta. Karina Isabel Coveña Cabrera, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

1. 
.....
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda
DIRECTOR

25-06-2019
.....

Fecha

2. 
.....
Ing. Carlos Francisco Carpio Coba
MIEMBRO

25-06-2019
.....

Fecha

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo es de propiedad intelectual del autor y de la escuela de ingeniería forestal de la ESPOCH

DEDICATORIA

A mis padres, Ernesto Leonardo Coveña Carranza y Felicia del Carmen Cabrera Zambrano por su amor, apoyo incondicional y confianza. Es un orgullo y privilegio de ser su hija, son los mejores padres.

A mi amado esposo, Holger Gregorio Vera Mendoza por estar a mi lado, por su bríndame su amor incondicional; por apoyándome en cada decisión que tomara, pese a las adversidades e inconvenientes que se presentaron, gracias a ti hoy con alegría puedo disfrutar una meta más cumplida.

A mis queridas hermanas y cuñados quienes me enseñaron que el mejor conocimiento que se puede tener es el que se aprende por sí mismo con esfuerzo y sacrificio.

A mis suegros, José Vera y Carmen Mendoza por el cariño y apoyo incondicional que siempre me han manifestado.

A la memoria de mis abuelos y de mi tía María Vélez Macías quien fue como a una madre, porque compartió momentos lindos conmigo y siempre estuvo dispuesta a escucharme.

A mis amigos Daniel Nevárez, Leonardo Ocampo y Darío Gómez quienes me brindaron su amistad incondicional.

Karina Isabel Coveña Cabrera

AGRADECIMIENTO

A Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

De manera especial agradezco al Ing. Eduardo Salazar, Ing. Carlos Carpio y la Ing. Ana Cunachí, por brindarme su amistad y haberme guiado, no solo en la elaboración de este trabajo de titulación, sino a lo largo de mi carrera universitaria. A la Escuela de Ingeniería Forestal, por desarrollarme profesionalmente y enriquecerme en conocimiento.

INDICE

I. “DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LA MADERA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES, PROCEDENTES DEL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA, CANTÓN PUERTO QUITO”	1
II. INTRODUCCIÓN.....	1
A. JUSTIFICACIÓN	2
B. OBJETIVOS	2
C. HIPÓTESIS	3
1. Hipótesis nula H_0	3
2. Hipótesis alternante H_1	3
III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	4
Bosque	4
Herbario	4
Recurso forestal maderero	4
Madera	4
Anatomía de la madera	5
Características microscópicas de la madera.....	5
Planos anatómicos de corte.....	6
Propiedades organolépticas de la madera	7
Técnicas histológicas	8
Densidad de la madera.....	10
Potencial de Hidrogeno.....	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	11
B. MATERIALES Y EQUIPOS.....	12
C. METODOLOGIA	13
V. RESULTADOS	20

□ Identificar dendrologicamente las cuatros especies forestales en estudio	20
□ Determinar las características organolépticas y anatómicas de las cuatro especies forestales	22
VI. DISCUSIÓN.....	49
VII. CONCLUSIONES.....	51
VIII. RECOMENDACIONES	52
IX. RESUMEN	53
X. SUMMARY	54
XI. BIBLIOGRAFÍAS.....	55
XII. ANEXOS.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de la madera según la densidad básica	10
Tabla 2. Ciclos de ablandamiento de las cuatro especies en estudio	16
Tabla 3. Familia y nombre científico de las cinco especies forestales en estudio	20
Tabla 4. Resumen de las características organolépticas de las cuatro especies estudiadas	29
Tabla 5. Resumen de las características anatómicas de las cuatro especies en estudio.	42
Tabla 6. Características de las especies estudiadas según el tipo y cantidad de poros en 1 cm ²	43
Tabla 7. Perímetro de los poros solitarios de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$).....	44
Tabla 8. Perímetro de los poros múltiples de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$).....	44
Tabla 9. Número de los poros solitarios de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$).....	45
Tabla 10. Número de los poros múltiples de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$).....	45
Tabla 11. Densidad en seco de las cuatro especies estudiadas	47
Tabla 12. Densidad en verde de las cuatro especies estudiadas	47
Tabla 13. Potencial de hidrogeno (pH) de las cuatro especies estudiadas.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Georreferenciación del sitio de investigación	11
Figura 2. <i>Gmelina arborea</i> (Melina), corteza.....	22
Figura 3. <i>Gmelina arborea</i> (Melina), corte transversal.....	22
Figura 4. <i>Gmelina arborea</i> (Melina), corte tangencial.....	23
Figura 5. <i>Gmelina arborea</i> (Melina), corte radial.....	23
Figura 6. <i>Nectandra obtusata</i> (Jigua), corteza.....	24
Figura 7. <i>Nectandra obtusata</i> (Jigua), corte transversal.....	24
Figura 8. <i>Nectandra obtusata</i> (Jigua), corte tangencial.....	24
Figura 9. <i>Nectandra obtusata</i> (Jigua), corte radial.....	25
Figura 10. <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa), corteza.....	25
Figura 11. <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa), corte transversal.....	26
Figura 12. <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa), corte tangencial.....	26
Figura 13. <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa), corte radial.....	26
Figura 14. <i>Trichospermum galeottii</i> (Sapan), corteza.....	27
Figura 15. <i>Trichospermum galeottii</i> (Sapan), corte transversal.....	27
Figura 16. <i>Trichospermum galeottii</i> (Sapan), corte tangencial.....	28
Figura 17. <i>Trichospermum galeottii</i> (Sapan), corte radial.....	28
Figura 18. Corte transversal <i>Gmelina arborea</i> (Melina).....	30
Figura 19. Corte tangencial <i>Gmelina arborea</i> (Melina).....	31
Figura 20. Corte radial <i>Gmelina arborea</i> (Melina).....	32
Figura 21. Corte transversal <i>Nectandra obtusata</i> (Jigua).....	33
Figura 22. Corte tangencial <i>Nectandra obtusata</i> (Jigua).....	34
Figura 23. Corte radial <i>Nectandra obtusata</i> (Jigua).....	35
Figura 24. Corte transversal <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa).....	36
Figura 25. Corte tangencial <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa).....	37
Figura 26. Corte radial <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa).....	38
Figura 27. Corte transversal <i>Trichospermum galeottii</i> (Sapan).....	39
Figura 28. Corte tangencial <i>Trichospermum galeottii</i> (Sapan).....	40
Figura 29. Corte radial <i>Trichospermum galeottii</i> (Sapan).....	41
Figura 30. Calidad de foto de acuerdo a las cuatro especies estudiadas.....	46

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas	59
Anexo 2. Análisis de la Varianza (SC tipo III) poros solitarios de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas	59
Anexo 3. Shapiro-Wilks (modificado) poros solitarios de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas	59
Anexo 4. Análisis de la varianza para los poros múltiples de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas	60
Anexo 5. Análisis de la Varianza (SC tipo III) poros múltiples de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas	60
Anexo 6. Shapiro-Wilks (modificado) poros múltiples de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas	60
Anexo 7. Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo al número de poros de las cuatro especies estudiadas	60
Anexo 8. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de poros solitarios de acuerdo al número de poros de las cuatro especies estudiadas.....	61
Anexo 9. Shapiro-Wilks (modificado) para poros solitarios de acuerdo al número de poros de las cuatro especies estudiadas	61
Anexo 10. Análisis de la varianza para los poros múltiples de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas	61
Anexo 11. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de poros múltiples de acuerdo al número de poros de las cuatro especies estudiadas.....	61
Anexo 12. Shapiro-Wilks (modificado) para poros múltiples de acuerdo al número de poros de las cuatro especies estudiadas	62
Anexo 13. Tabla de frecuencia de las especies según la calidad de imagen	62
Anexo 14. Relación del Sustrato/Agua para el pH.....	62
Anexo 15. Colecta de las especies.....	63
Anexo 16 . Dimensionado de las muestras.....	63
Anexo 17. Ablandamiento de las muestras en autoclave	63
Anexo 18. Tintes utilizados	64
Anexo 19. Corte de las muestras en el micrótopo	64

Anexo 20. Tinturado de las láminas histológicas	64
Anexo 21. Placas con las muestras tinturadas	65
Anexo 22. Observación de las muestras	65
Anexo 23. Registro del pH	65
Anexo 24. Identificación del color con la Tabla de Munsell.....	66
Anexo 25. Muestras de para la colección a. <i>Trichospermum galeottii</i> (Sapan) b. <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa) c. <i>Gmelina arborea</i> (Melina) d. <i>Nectandra obtusata</i> (Jigua)	66
Anexo 26. Especie <i>Trichospermum galeottii</i> (Sapan)	67
Anexo 27. Especie <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa)	67
Anexo 28. Especie <i>Gmelina arborea</i> (Melina)	67
Anexo 29. Especie <i>Nectandra obtusata</i> (Jigua)	68
Anexo 30. Coordenadas proyectadas UTM Zona 17 N, Datum WGS84, de la ubicación de las especies	68
Anexo 31. Permiso de investigación otorgado por el Ministerio del Ambiente Pichincha	69
Anexo 32. Certificado otorgado por el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.....	71
Anexo 33. Certificado otorgado por el Herbario de la Pontifica Universidad Católica de Quito	72

I. “DESCRIPCIÓN ANATÓMICA DE LA MADERA DE CUATRO ESPECIES FORESTALES, PROCEDENTES DEL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA, CANTÓN PUERTO QUITO”

II. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es extraordinariamente rico por la diversidad de ecosistemas y poseer una importante masa boscosa en diferentes ubicaciones geográficas, que le permiten ser uno de los países más diversos del planeta (MAE, 2000).

Los bosques tropicales húmedos del noroccidente de Pichincha están siendo destruidos a un ritmo impresionante, por el motivo de la expansión de la frontera agrícola y la deforestación realizada por la industria maderera que existe en la zona (Velasquez, 2014).

La madera de varias especies ha sido manipulada durante mucho tiempo como material para la construcción y en la actualidad su mayor demanda aumenta su valor comercial. Y en las regiones tropicales y subtropicales, son zonas que albergan especies de altísimo valor comercial y ecológico. Sin embargo, para el uso adecuado de la madera se requiere el conocimiento de sus características anatómicas, sus propiedades físicas y mecánicas (Agila, Burneo, Narvaes, & Pucha-Cofrep, 2018).

El conocimiento de las características anatómicas de las maderas, así como el de sus propiedades químicas y mecánicas, aparte del beneficio científico que lo rodea son de gran importancia industrial para un país. Cada familia, género o especie de árbol producen madera que tienen propiedades y usos apropiados, que solamente pueden ser determinados en forma eficiente por medio de la investigación (Acosta, 1967). Es por ello que con esta investigación se logró entender porque son necesarias las características anatómicas y organolépticas de la madera, a su vez obtener un aprovechamiento óptimo y adecuado, para evitar la extinción de especies forestales.

A. JUSTIFICACIÓN

Actualmente los bosques del cantón Puerto Quito han tolerado una explotación indebida de maderas muy valiosas, por el motivo que existe gran desconocimiento de las características macro y microscópicas que posee cada especie forestal, y esto ha ido limitando su buena utilización y apertura de un mercado. Y el estudio de la anatomía de maderas es importante, para poder tener una buena comercialización nacional e internacional de las especies forestales. En el Ecuador existe poca información referente a la estructura anatómica de la madera, debido a esto no existe un adecuado aprovechamiento de las especies forestales, por este motivo, es muy fundamental conocer los avances taxonómico y tecnológico; esta investigación pretende proporcionar información sobre las características anatómicas de la madera, y así poder aprovechar mejor las especies estudiadas.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo general

Describir anatómicamente la madera de cuatro especies forestales, procedentes del Noroccidente de Pichincha, Cantón Puerto Quito

2. Objetivo específicos

- Identificar dendrológicamente las cuatro especies forestales en estudio
- Determinar las características organolépticas y anatómicas de las cuatro especies forestales

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis nula H_0

Las características anatómicas de la madera de las cuatro especies forestales son iguales en el estudio mediante tinciones

2. Hipótesis alternante H_1

Las características anatómicas de la madera de las cuatro especies forestales son diferentes al menos en una característica en el estudio mediante tinciones

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Bosque

Es una gran extensión de tierra cubierta por vegetación que se extienden por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ y constituyen el refugio para muchos animales (FAO, 2010).

Herbario

Es una colección de plantas o partes de plantas, disecadas, preservadas, identificadas y acompañadas de información crítica sobre el sitio de colección, nombre común, nombre científico y usos. Tal colección en general representa la flora o patrimonio vegetal que existe en una localidad, región o país. También es un espacio de colección de plantas que sirven para un estudio o enseñanza botánica (Katinas, 2001).

Recurso forestal maderero

Es el medio maderero de los bosques naturales y plantados, está combinado por toda la diversidad que hay dentro del país. Los recursos madereros pueden estar disponibles para su aprovechamiento y así proveer materiales para la construcción y para la elaboración de productos diversos de madera o papel, asimismo puede que no sea posible su extracción (MAE, 2014).

Madera

Se puede definir como el conjunto de tejidos que se localizan en la parte interna de la corteza. Concretamente es la zona comprendida entre la médula y el cambium vascular, la misma se cumplen varias funciones: conducción de sales minerales y agua absorbida por la raíz, el almacenamiento de sustancias alimenticias, también es la resistencia mecánica de la planta. Pertenece a lo que técnicamente se conoce con el nombre de xilema secundario. En la madera se distinguen dos grupos de elementos estructurales: los macroscópicos y microscópicos (León & Espinoza, 2001).

Es un material anisotrópico y heterogéneo, que tiene diferentes propiedades de acuerdo a la dirección querida, en el estudio de su anatomía obtuvo gran dominio en la Tecnología y en la Industria (Mamani, 2015).

Anatomía de la madera

Es una rama de la botánica de gran importancia dentro de la rama de las ciencias forestales y ambientales. A través del discernimiento de la estructura anatómica de la madera se puede adquirir investigación de aplicación directa en aspectos afines con taxonomía, ecología, filogenia, dendrocronología y tecnología de la madera (León & Espinoza, 2001).

Esta información puede ser utilizada para la solución apropiada de problemas en faena de explotación forestal, procesamiento y utilización de la madera, evolución de especies (León & Espinoza, 2001).

La Anatomía de Madera se estudia con el fin de:

- Conocerla y darle un uso correcto.
- Determinar especies.
- Predecir usos adecuados.
- Prever el comportamiento del leño en procesos industriales.
- Evaluar la aptitud tecnológica de la madera.

Características microscópicas de la madera

Poros: Son los elementos de conducción de agua en el tronco. Se visualizan como un agujero en la sección transversal y se ahí su nombre de poro. Porosidad es la distribución de los poros o vasos en el anillo de crecimiento. Tiene en cuenta la distribución espacial y el diámetro de los mismos. Se observan en corte transversal (Rivera, Cabanillas, & Hagen, 2015).

Parénquima: Puede ser longitudinal o radial, dependiendo de la orientación de los elementos leñosos con respecto al eje del tronco. Estas células tienen como función almacenar sustancias de reserva, distribución y segregación de los carbohidratos, así

como de la producción de ciertas sustancias orgánicas. Puede estar junto y alejado de los poros (Puertas, Guevara, & Espinoza, 2013).

Radios: Es el conjunto de células las cuales se arreglan de forma tal que adquieren la apariencia de líneas o bandas y que tienen como función almacenamiento y conducción de sustancias alimenticias. En la sección transversal del árbol los radios se extienden desde la corteza hacia el centro del tronco cortando a los anillos de crecimiento en ángulo recto (Cloquell, Contreras, & Owen, 2005).

Planos anatómicos de corte

Por tratarse de un organismo heterogéneo constituido por células dispuestas y organizadas en diferentes direcciones, el aspecto de la madera varía de acuerdo con la sección observada. Para estudios anatómicos se adoptan los siguientes planos convencionales de corte (Vásquez & Ramírez, 2011).

Corte Transversal (X): perpendicular al eje del árbol. En este plano se observan los anillos de crecimiento, las características si es madera tardía. También se ven los radios que son líneas que entrecruzan a los anillos de crecimiento en el ángulo recto, pero si son lo suficientemente grandes. Otros elementos macroscópicos que se observan son el tipo de poro, la disposición, su agrupación, que contiene el poro y el tipo de parénquima (Chavesta, 2012).

Corte Radial (R): paralelo a los radios o perpendicular a los anillos de crecimiento. A nivel macroscópico, en este plano se observan el tamaño de los radios, tipo de grano y el lustre o brillo de la madera (Chavesta, 2012).

Corte Tangencial (T): tangencial a los anillos de crecimiento o perpendicular a los radios.

Además de la apariencia, también el comportamiento físico- mecánico de la madera difiere en cada uno de estos sentidos, fenómeno conocido como anisotropía. Por presentar esta particularidad, la madera es un material anisotrópico (Giménez, Moglia, Hernández, & Gerez, 2014).

Propiedades organolépticas de la madera

a. El color: El color de la madera depende del color de las paredes de sus células y del contenido intercelular y es una característica de cada especie. En la madera pueden ser distintos el color de la albura y el del duramen (Tkніка, 2006).

La diferencia de color de la madera de las especies coníferas y latifoliadas es notable, pues tienen una estructura microscópica diferente. Las especies coníferas tienen abundante resina y aceite, entre las paredes celulares (Tkніка, 2006).

En las especies latifoliadas existen sustancias solubles en agua, como taninos y materias colorantes, y frecuentemente, también sustancias minerales (Tkніка, 2006).

b. El olor: El olor se debe a la presencia de sustancias oleicas volátiles (resinas, aceite esenciales). Debido a que este carácter es muy variable y las percepciones pueden diferir entre las personas, es preferible utilizarlo en las descripciones con cuidado y sólo en el sentido positivo (cuando está presente). Esta característica no es determinante, ya que su intensidad disminuye con el tiempo y la oxidación. El olor puede desaparecer en muestras antiguas por lo que es aconsejable pulir la superficie, o mojarla para volver a percibirlo (Moglia, Bravo, & Giménez, 2014).

c. El sabor: no es una característica muy habitual en las maderas y está, estrechamente, vinculado al olor pues se supone que las sustancias responsables de ambos son las mismas (Aguilar & Guzowski, 2011).

Dependen de la presencia de sustancias volátiles que se encuentran en mayores concentraciones en el duramen. Tienden a disminuir en la superficie de la madera y pueden realizarse raspando, cortando o humedeciendo un poco la pieza. Se califica como: característico, picante, desagradable, no distintivo o ausente (Posada, Pineda, & Cam, 2009) .

d. Brillo o lustre: Capacidad de la madera para reflejar la luz, en otras palabras, es la propiedad de exhibir brillo. El lustre de la madera depende en parte del ángulo de

incidencia de la luz sobre la superficie y de los tipos de células expuestas en esa superficie (Chavesta, 2012).

e. Textura: Se refiere al tamaño y cantidad proporcional de células leñosas presentes en una pieza de madera. Esta característica es determinada en la sección transversal. Las maderas de poro pequeño, radios finos y escaso parénquima se consideran como de textura fina. Poros grandes, gran cantidad de parénquima y radios anchos es de textura gruesa. La situación intermedia entre las antes mencionadas es una textura mediana (Cloquell et al., 2005).

f. Veteado: El veteado desde el punto de vista estético juega un papel importante en el momento de identificar alguna especie maderable. Es la manifestación de los dibujos que las fibras de la madera presentan al exterior (PRAMECLIN, s.f.). El veteado se debe principalmente a la albura, los anillos de crecimiento al duramen, al grano y a la textura.

g. Grano: Es la dirección o alineamiento de los elementos longitudinales del leño, con relación al eje vertical del tronco, rollizo o pieza de madera. Se observa en superficies tangenciales y radiales obtenida por hendimiento (Moglia et al., 2014).

Técnicas histológicas

Van encaminadas a preparar el tejido para su observación con el microscopio, bien sea éste óptico o electrónico. Ello es debido a que la composición de los tejidos, salvo contadas ocasiones, no tiene contrastes ni colores que permitan diferenciar sus estructuras de una manera clara mediante la observación directa con los microscopios. Por ello hay que procesar las muestras, primero para que no se deterioren y después para resaltar sus estructuras y poder estudiarlas en detalle (Perícola, Hadid, Liscovsky, Cosa, & Dottori, 2002).

Tinciones

Es una técnica que se emplea en los laboratorios con el objetivo de optimizar la visión de aquello que se observa a través de un microscopio. La tinción, de este modo, consiste en

aplicar un colorante a una sustancia o un tejido para que resulte más simple detectarlo y analizarlo (Pérez & Gardey, 2016).

En las plantas, sin embargo, existe una mayor variedad de pigmentos naturales que permiten su observación directa con el microscopio óptico, a lo que también ayuda la presencia de las paredes celulares, las cuales facilitan la delimitación celular y la discriminación entre diferentes tejidos (Megías, Molist, & Pombal, 2018).

Safranina

Es un colorante catiónico que aporta color rojo a las estructuras histológicas. Es muy usada en histología vegetal donde tiñe de rojo las células lignificadas como, los núcleos y la lignina de las paredes celulares secundarias. El colorante safranina es conocido como de contraste, ya que se usa para diferenciar una estructura celular previamente teñida con otro colorante. Como colorante de contraste se puede utilizar en distintas técnicas histológicas (Aguirre, 2012).

En los estudios histológicos es una de las tinciones más utilizadas por su afinidad con tejidos biológicos, tanto en células procariotas y eucariotas. Este colorante es de fácil manejo en los laboratorios. Su estado natural se halla en forma de cristales oxidados es soluble en agua y no contiene olor permiten que desarrollen un mejor contraste en tejidos celulares (Aguirre, 2012).

Astra Blue

Es una tinción que tiñe de color azul las células no lignificadas, como la celulosa en los tejidos de las plantas que contienen oligosacáridos y polisacáridos. La tinción Astra Blue también es usada en el estudio de mastocitos en preparados humanos o muestras de sangre (Feijoo, Pucha, & Ramon, 2018).

Análisis de varianza

Es una técnica que se puede utilizar para decidir si las medias de dos o más poblaciones son iguales. La prueba se basa en una muestra única, obtenida a partir de cada población.

El análisis de varianza puede servir para determinar si las diferencias entre las medias muestrales revelan las verdaderas diferencias entre los valores medios de cada una de las poblaciones, o si las diferencias entre los valores medios de la muestra son más indicativas de una variabilidad de muestreo (Abraira & Pérez, 1996).

Densidad de la madera

La densidad de la madera está determinada por la relación entre masa y volumen, siempre estrechamente vinculada con el contenido de humedad. Generalmente se establecen unas condiciones concretas, de un 12%. Dependiendo de la densidad de la madera clasificaremos una madera de la siguiente forma: muy ligera, ligera, semi-pesada, pesada, muy pesada (Viscarra, 1998).

Tabla 1. Clasificación de la madera según la densidad básica

Clase	Rango (g/cm ³)
Muy baja (MB)	Menos de 0,3
Baja (B)	De 0,31 a 0,40
Media (M)	De 0,41 a 0,60
Alta (A)	De 0,61 a 0,80
Muy alta (MA)	Más de 0,81

Fuente: (Viscarra, 1998) citado por (Rivera, 2014).

Potencial de Hidrogeno

En los últimos años se detectó que la acidez (pH) de la madera influye en su propia durabilidad natural; es decir, en la mayor o menor resistencia al ataque de hongos xilófagos. Además, es una característica que tiene gran influencia en varios campos de aprovechamiento de la madera, se dice que interviene en el endurecimiento de la cola que se emplea en las uniones de madera, de igual manera compone una corrosión de elementos metálicos en contacto con ella, la coloración de las maderas exteriorizadas a la radiación solar, en la fijación de barnices y lacas (Bonilla, 2006).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización

La fase de campo del presente estudio se realizó en la propiedad del señor José Vera, recinto Unión Cariamanga, cantón Puerto Quito, provincia Pichincha, con una extensión de 4 Ha de masa boscosa.

La fase de laboratorio se realizó en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo en el Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Facultad de Recursos Naturales, que se encuentra ubicada en la Panamericana Sur, Km 1½ de la ciudad de Riobamba.

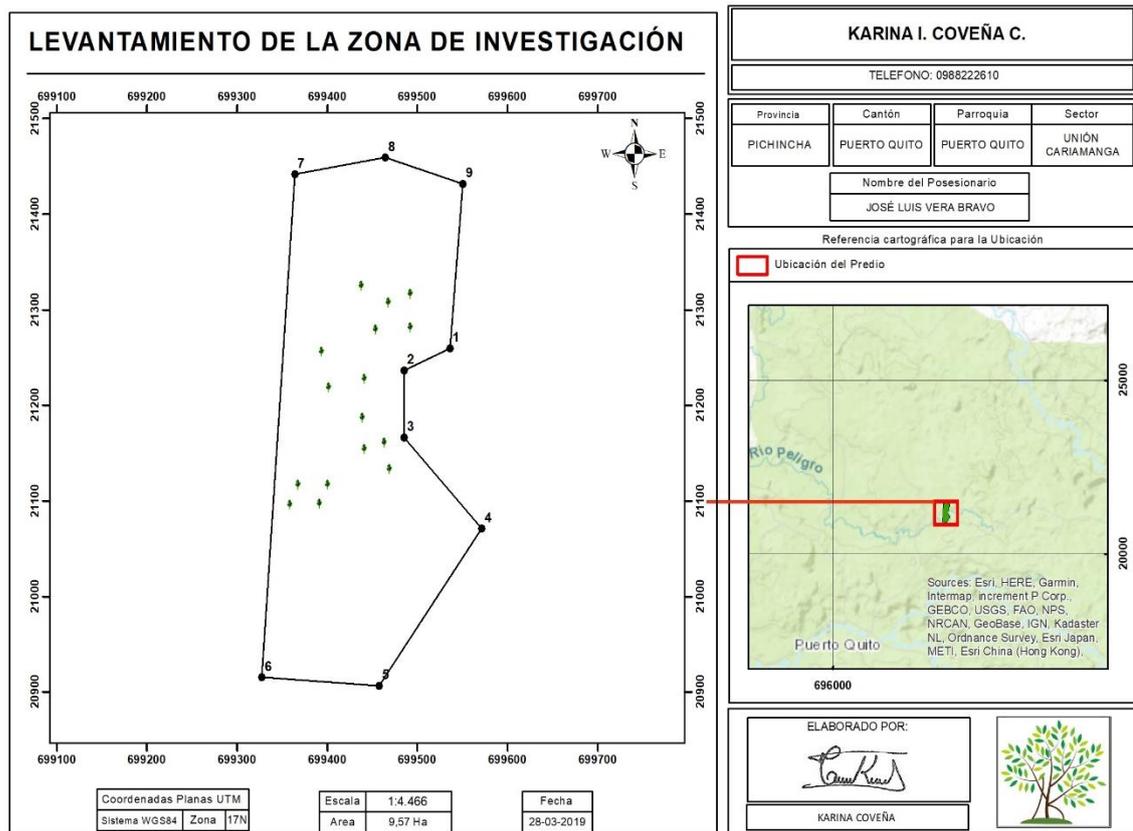


Figura 1. Georreferenciación del sitio de investigación

2. Ubicación geográfica

Se localiza en la región interandina, al noroccidente de la provincia de Pichincha.

Coordenadas Geográficas: 0°11'34'' N y 79°12'28'' W

Coordenadas proyectadas: UTM Zona 17 N, Datum WGS84 699461,1 E 21318,2 N

Altitud: 280 m.s.n.m.

3. Condiciones climáticas

Temperatura máxima: 28,6 °C

Temperatura mínima: 21,5 °C

Precipitación promedio anual: 2770,6 mm

Humedad relativa: 86 %, datos según (INAMHI, 2017).

4. Clasificación ecológica

Según el Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental, el área de estudio del cantón Puerto Quito, pertenece al Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial (MAE, 2013).

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales de campo

Lápiz, libreta de campo, cinta métrica, GPS Garmin, GPSMAP 64s, cámara fotográfica del celular Huawei P10 Lite, motosierra Stihl Ms-382, forcípula, hipsómetro, machete y para el herbario se requiere: tijera, prensa de madera, papel periódico, cuerdas, cartón, papel secante, goma y cartulinas formato A3.

2. Materiales y equipos de laboratorio

Cubos de madera cada especie de 2 cm³, aserrín de la madera de cada especie, alcohol industrial al 96%, agua destilada, tinciones (Astrablue/ Safranina), guantes, mandil, pinzas de manipulación, placas porta y cubre objetos, esmalte transparente, frascos de

vidrio, papel absorbente, cajas Petri, marcador de vidrio, probeta (50 ml), agitador de vidrio, pie de rey, lupa, estilete, autoclave Hirayama HL-3030e, microscopio Motic, micrótopo rotatorio tipo Spencer, tabla de Munsell, pH Meter Apera PH700 y balanza digital Mettler PM300.

3. Materiales de oficina

Computadora hp modelo Beatsaudio, impresora Ricoh Mpc-300, hojas de papel bond y programas informáticos: Word 2019, Excel 2019, Motic Images plus 2.0, ArcGIS 10.3, InfoStat.

C. METODOLOGIA

1. Trabajo de campo

1.1. Para el cumplimiento del primer objetivo: Identificar dendrológicamente las cuatros especies forestales en estudio.

1.1.1. Recolección de las especies

Para esta fase se obtuvo el permiso respectivo, emitido por el Ministerio del Ambiente, como ente de control.

a) Se identificó la zona, las especies y se realizó una georreferenciación del predio, para aportar mayor grado de detalles se utilizó un GPS (Garmin, GPSMAP 64s, USA) para registrar los datos correspondientes de las coordenadas geográficas de la zona y la altitud sobre el nivel del mar, de cada una de las especies con sus cuatros repeticiones respectivamente.

b) Luego se recolectaron muestras fértil como: hojas, flores, frutos, corteza y también una muestra de madera de cada especies forestales, colocando una etiqueta con su nombre común (Jigua, balsa, melina y sapan) para la investigación. También se anotó los datos del sitio en el que se realizó la colecta y se procuró siempre ser lo más específico posible.

- c) Posteriormente obtenidas las muestras de cada especie, se las puso en papel periódico doblada a la mitad, encima se ubicó papel absorbente y una capa más de cartón, tanto en la parte inferior, como en la superior. Luego se las colocó en una prensa y se las aseguró con una cuerda, esto se realizó con el fin de conseguir un mejor secado de las muestras, además se cambió el periódico diariamente para evitar pudriciones ocasionadas por hongos.
- d) Una vez que se consiguió el secado de las muestras herborizadas, se identificó las especies en herbario de la ESPOCH (CHEP) y en el herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCA) en la ciudad de Quito.

1.1.2. Montaje de las muestras

Una vez que fueron identificadas las especies herborizadas en los respectivos herbarios, se procedió al montaje de los especímenes, en el herbario de la ESPOCH (CHEP). Para realizar este proceso todas las muestras se encontraron totalmente secas.

- a) Se aplicó a la muestra herborizada una solución de goma disuelta en agua en relación 1:1 y se la colocó en el centro de una cartulina de formato A3, se retiró el exceso de goma con un paño húmedo, algunas especies se sujetaron con puntadas de hilo blanco con mucho cuidado sin que se vaya a romper la muestra ya que es muy quebradiza. También se realizó un sobre para ubicar las partes que se despegaron del espécimen.
- b) Se ubicó papel secante sobre la ejemplar, en una superficie plana y se asentó un peso para hacer presión, logrando que la muestra se fije correctamente.
- c) Seguidamente se incorporó una etiqueta donde se escriben los datos que se anotaron en la libreta de campo cuando se realizó la colecta y otros, como: Familia, nombre científico, nombre común, fecha de colecta, sitio de colecta, coordenadas y fenología de la especie.
- d) Para completar el montaje se anexó un código para interrelacionarlo con el espécimen de madera que se encuentra en la colección de la carrera de Ingeniería Forestal.

2. Trabajo de laboratorio

2.1. Para el cumplimiento del segundo objetivo: Determinar las características organolépticas y anatómicas de las cuatro especies forestales

2.1.1. Características organolépticas

Para esta fase fue importante obtener probetas con las siguientes dimensiones de 15 x 9 x 2 cm, de acuerdo a las normas COPANT, (1972). Las características organolépticas se apreciaron utilizando los sentidos: olfato, tacto, gusto y vista. El color se observó utilizando la tabla de Munsell. Y para detallar las observaciones correspondientes de cada especie, según el criterio de León & Espinoza, (2001) se elaboró una tabla comparativa.

2.1.2. Muestras para la colección de maderas

Para el dimensionado de las muestras se obtuvieron trozas de madera de 30 cm de largo. Cada troza se dividió en tres partes: de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 30 cm. La primera sección se conservó intacta, de la segunda se quitó el 25% en forma longitudinal y de la tercera parte se retiró el 50 % aproximadamente. Quedando todas las muestras de cada especie similar a escalones, de acuerdo a las normas (COPANT, 1972).

2.1.3. Características anatómicas

Para determinar las características anatómicas se utilizó el laboratorio de Ciencia Biológicas.

a) Se obtuvieron probetas de madera con las siguientes dimensiones 2 x 2 x 2 cm, de acuerdo a las normas COPANT (1972), de las cuatro especies (jigua, balsa, melina y sapan) con sus cuatro repeticiones respectivas.

b) Los cubos se colocaron dentro de los frascos de vidrio y se añadió agua destilada con un volumen conocido hasta cubrirlos, posteriormente se taparon los frascos un poco, se etiquetaron y se los ubicó en el autoclave (Biobase, USA) a una presión de 1,1 atm y a

una temperatura de 121°C por ciclo, una vez que se concluyó el ciclo, se verificó si las muestras ya estaban blandas. El ciclo depende de la dureza de la madera ya que hay especies que necesitan de solo un ciclo, como las maderas blandas y otras que requieren más de uno, como las maderas duras.

Tabla 2. Ciclos de ablandamiento de las cuatro especies en estudio

Especie	Ciclos	Tiempo por ciclo (min)
Balsa	1	10
Jigua	2	20
Melina	2	20
Sapan	2	20

Elaborado por: Coveña, K. 2019

c) Posteriormente se realizó los cortes histológicos de la sección tangencial, radial y longitudinal en el micrótopo (Spencer 820, Alemania) con un grosor de 0,3 µm de cada muestra, según las normas IAWA (2016). Las muestras de una especie (balsa), se tuvo que congelar por un día, para poder obtener los cortes, debido a que esta especie es considerada una madera muy blanda y al realizar los cortes en el micrótopo sin congelar las láminas no cumplían los estándares deseados.

d) Cada lámina que se obtuvo, se las colocó en cajas Petri debidamente etiquetadas y con agua destilada para evitar la deshidratación, cabe señalar que mientras más muestras se obtiene, es mejor para el estudio de las estructuras anatómicas.

e) La tinción fue preparada usando una proporción de 1:1 entre las soluciones de Safranina/Astrablue, y se la colocó en una caja Petri. No hay necesidad de teñir usando un tinte después del otro, en su lugar se pueden mezclar y teñir las diferentes estructuras de la madera simultáneamente (Feijoo et al., 2018).

De acuerdo a (Gärtner & Schweingruber, 2013) la combinación Safranina /Astrablue crea los mejores contrastes entre diferentes tipos de paredes celulares. En donde la Safranina tiñe las estructuras de células lignificadas de color rojo, y el Astrablue tiñe las estructuras de celulosa o no lignificadas de color azul.

f) Inmediatamente se sumergieron las láminas histológicas en la tinción combinada por un tiempo de 5 minutos, pasados los cinco minutos se las sustrajo y se las enjuago con agua destilada para quitar el exceso, seguidamente para bajar la concentración se las volvió a introducir en alcohol industrial al 96%, por 15 minutos hasta que quedaron cubiertas totalmente; posteriormente se las saco y se las colocó en papel toalla, este procedimiento se debe realizar con cada especie y sus repeticiones. Después se las ubico cada muestra en una placa porta y cubreobjetos, se las fijo y se colocó una etiqueta con su nombre respectivo.

g) Por último, se ubicaron cada placa en el microscopio (Motic, China), y se observaron las estructuras anatómicas como: poros, punteaduras, parénquima, tílides, células envolventes, radio, entre otras; con los lentes ópticos de 10x y 4x. Luego se tomaron fotografías de las imágenes requeridas de los planos radial, tangencial y transversal, con la cámara Moticom 2,0 MP, que es parte del Software incorporado en el microscopio.

2.1.4. Descripción de las estructuras anatómicas

Para describir las diferentes estructuras de cada corte (transversal, tangencial y radial), se siguió lo estipulado por las normas IAWA, (2016). La observación se realizó con ayuda del programa Motic Images plus 2.0, instalado en el computador. Se calibró el software en la opción del asistente de calibración establecida, para cada lente objetivo, en relación micrómetro/pixel y utilizando una imagen capturada de buena calidad de cada especie de acuerdo a nuestro criterio. Por cada repetición se observaron cinco fotos, en total por especie se estudiaron veinte placas. En el corte transversal se procedió a tomar medidas de los perímetros de los poros de cada imagen.

2.1.5. Análisis estadístico de las características anatómicas

Para esta sección se trabajó con cinco fotografías por cada repetición del corte transversal y se elaboró una base de datos en Excel, según el perímetro y cantidad de los poros (solitarios, múltiples) obtenidos los resultados se procedió a sacar el promedio de los perímetros de cada repetición según la especie y el tipo de poro. Luego se elaboró una tabla resumen, donde se aplicó un diseño de bloque, para trabajar en el programa del InfoStat.

Y para determinar de forma estadística en que especie se observó mejor las estructuras del corte transversal según la tinción combinada, se realizó una base de datos calificando la foto si era regular, buena y muy buena; esto se efectuó con cinco fotos por cada repetición.

En el InfoStat se realizó primero la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y la prueba Tukey con el fin de generar tablas comparativas entre las especies y efectuar un respectivo análisis. Y para establecer en que especie se vio mejor las estructuras, se aplicó un análisis de correspondencia.

2.1.6. Determinación de la densidad

La densidad de cada especie se obtuvo en verde y en seco. Se procedió a pesar un cubo de madera de cada especie en una balanza digital, luego utilizando un pie de rey se tomó las medidas de (L x A x E) de cubo.

Donde:

L= largo

A= ancho

E= espesor

Posteriormente se determinó la densidad utilizando la siguiente ecuación, establecida la densidad de cada especie se realizó una tabla, dependiendo la clase de cada madera:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Donde:

ρ = Densidad de la madera expresada (gr/cm^3)

m = Masa de la madera (gr)

v = Volumen de la madera en (cm^3)

2.1.7. Determinación del potencial de hidrogeno (pH)

Para la determinación del pH se sacó aserrín fresco de la madera de cada especie, luego se pesó en una balanza digital 25 gramos de aserrín y se ubicó en vasos estériles. Seguidamente se colocó agua destilada con un volumen conocido, se agitó hasta formar una solución homogénea y posteriormente se tomó la medición con un pH metro, donde se obtuvo la medida exacta del valor de pH de la solución de cada especie.

V. RESULTADOS

➤ Identificar dendrologicamente las cuatros especies forestales en estudio

Las cuatro especies forestales que se estudió, los pobladores del recinto Unión Cariamanga las conocen como Melina, Jigua, Sapan y Balsa. En la siguiente tabla, se describen los nombres científicos de las cuatro especies identificadas en el Herbario de la Espoch y el Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCA).

Tabla 3. Familia y nombre científico de las cinco especies forestales en estudio

Familia	Nombre científico	Nombre común
Lamiaceae	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Melina
Lauraceae	<i>Nectandra obtusata</i> Rohwer	Jigua
Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>	Balsa
Malvaceae	<i>Trichospermum galeottii</i> (Turcz.) Kosterm.	Sapan

Elaborado por: Coveña, K. 2019

En el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo se identificó tres especies: Melina (*Gmelina arborea*), Jigua (*Nectandra obtusata*) y Balsa (*Ochroma pyramidale*) y Sapan (*Trichospermum galeottii*) se identificó en Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

***Gmelina arborea* (Melina)**

Árbol de 20 m de altura y 30 cm DAP, es una especie de rápido crecimiento, con alta capacidad de rebrote. Es caducifolia, su fuste es limpio de 6 hasta 9 m y con una copa cónica. Corteza escamosa, de marrón pálida y grisácea. Hojas grandes, simples, opuestas, enteras, usualmente más o menos acorazonadas, el haz es verde y con glabra, el envés verde pálido y nerviación reticulada. Flores numerosas de color amarillo anaranjado, en racimos, monoico perfecto, cáliz tubular, corola con 4-5 sépalos soldados a la base del ovario. Fruto carnoso tipo drupa, de forma ovoide u oblonga, de color verde oscuro, tornándose amarillo al madurar. Semillas con testa color café, lisa, opaca, membranosa y muy delgada.

***Nectandra obtusata* (Jigua)**

Árbol de 25 m de altura y 60 cm DAP. Corteza gris, áspera, lenticelada, variando a agrietada; corteza interna crema parda, oxidándose inmediatamente, mucilaginoso, con olor fuerte a aguacate. Ramitas terminales son anguladas y verde oscuro. Yemas pardas ferrugíneas. Hojas simples decoloradas, alternas, largamente acuminadas; base obtusa recurvada, haz verde oscuro, envés verde claro, nerviación pinnada; nervios secundarios ascendentes. Su inflorescencia es una panícula, de 9 cm de largo. Flores con tépalos externos de color crema, los internos blancos y no presento fruto.

***Ochroma pyramidale* (Balsa)**

Árbol que alcanza una altura hasta de 17 m y un DAP de 15 cm. Tronco liso, de color gris, que se ramifica a unos 10 m de altura. Las hojas son alternas, pecioladas y de base cordada, con nerviación reticulada. Las flores son grandes, de color amarilla cremosa y campanuladas. El fruto es una cápsula que se abre por varias valvas y contiene una lana llamada "lana de balsa". Es una especie de rápido crecimiento haciendo parte del grupo de especies pioneras. Es abundante en las vegas de los ríos y en los claros de los bosques donde se han talado árboles.

***Trichospermum galeottii* (Sapan)**

Árbol de 20 m de altura y de 15cm DAP. Tronco recto y cilíndrico. Corteza externa grisácea. Hojas simples y alternas, oblongo lanceoladas, con ápice aristado, bordes dentados y base redondeada. Láminas foliares con tres nervaduras principales saliendo a partir de la base y muchas nervaduras secundarias perpendiculares a estas con pubescencia, formando un patrón tipo escalera. Inflorescencia en panícula con flores rosadas, la especie es dioica. Frutos en cápsulas de 1 a 2 cm de largo, aplanados y verdes, tornándose marrón o negro y dehiscentes al madurar. Semillas con tricomas ciliados.

- **Determinar las características organolépticas y anatómicas de las cuatro especies forestales**

Características organolépticas

***Gmelina arborea* (Melina)**

Esta especie presenta un fuste cilíndrico recto, su corteza lisa y escamosa, de marrón pálido y grisácea. El color de la madera según la tabla de Munsell; el duramen es amarillo 2,5Y 8/6 y la albura es amarillo pálido 5Y 8/2. El brillo medio, grano entrecruzado, textura media, veteado es jaspeado, sabor y olor agradable, no distintivo.

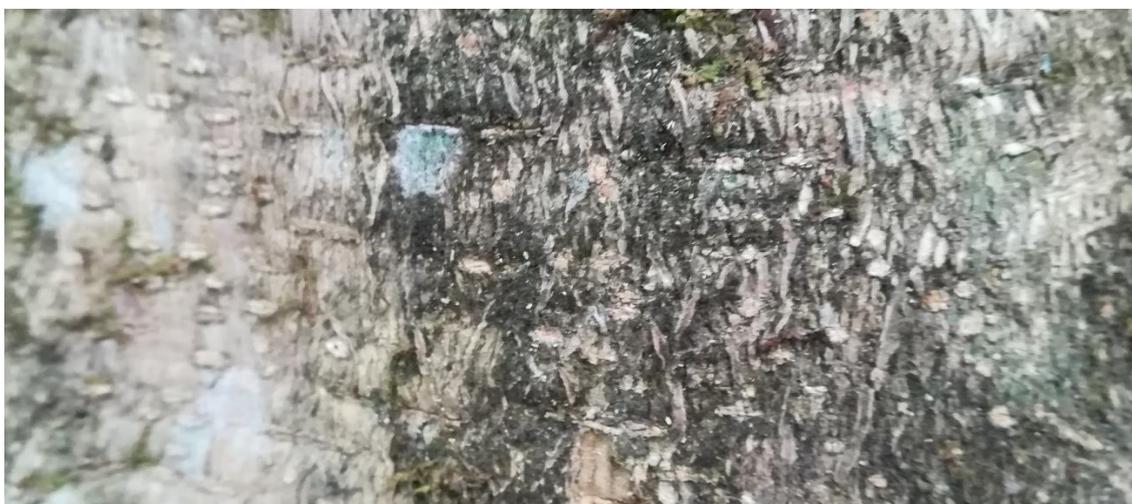


Figura 2. *Gmelina arborea* (Melina), corteza.



Figura 3. *Gmelina arborea* (Melina), corte transversal.



Figura 4. *Gmelina arborea* (Melina), corte tangencial.



Figura 5. *Gmelina arborea* (Melina), corte radial.

Nectandra obtusata (Jigua)

La especie presenta un fuste cilíndrico, con corteza gris áspera y lenticelada, variando a agrietada. Según la tabla de Munsell el color de la madera del duramen es amarillo 2,5Y 8/6 y la albura marrón pálido 2,5Y 8/2. El brillo medio, grano entrecruzado, textura media, veteado es satinado, sabor y olor agradable, no distintivo.



Figura 6. *Nectandra obtusata* (Jigua), corteza.



Figura 7. *Nectandra obtusata* (Jigua), corte transversal.



Figura 8. *Nectandra obtusata* (Jigua), corte tangencial.



Figura 9. *Nectandra obtusata* (Jigua), corte radial.

***Ochroma pyramidale* (Balsa)**

La especie presenta un tronco cilíndrico muy recto con corteza gris, lisa con pequeñas lenticelas. Según la tabla de Munsell el color la madera del duramen es amarillo muy pálido 2,5 Y 9,5/2, la albura blanco 2,5Y 8,5/1, brillo medio, grano entrecruzado, textura media, el vetado es jaspeado, olor ausente y sabor ausente.



Figura 10. *Ochroma pyramidale* (Balsa), corteza.



Figura 11. *Ochroma pyramidale* (Balsa), corte transversal.



Figura 12. *Ochroma pyramidale* (Balsa), corte tangencial.



Figura 13. *Ochroma pyramidale* (Balsa), corte radial.

***Trichospermum galeottii* (Sapan)**

Esta especie presenta un fuste recto y cilíndrico, de corteza grisácea con lenticelas pequeñas. Según la tabla de Munsell el color de la madera del duramen es gris rosado 7,5YR 7/2; la albura marrón muy pálido 10YR 8/2, brillo bajo, grano recto, textura gruesa, el veteado satinado, olor ausente y sabor no distintivo.



Figura 14. *Trichospermum galeottii* (Sapan), corteza.



Figura 15. *Trichospermum galeottii* (Sapan), corte transversal.



Figura 16. *Trichospermum galeottii* (Sapan), corte tangencial.



Figura 17. *Trichospermum galeottii* (Sapan), corte radial.

Tabla 4. Resumen de las características organolépticas de las cuatro especies estudiadas

Características	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Nectandra obtusata</i>	<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Trichospermum galeottii</i>
Color duramen	Amarillo	Amarillo	Amarillo muy pálido	Gris rosado
Color albura	Amarillo pálido	Marrón pálido	Blanco	Marrón muy pálido
Olor	Agradable, no distintivo	Agradable, no distintivo	Ausente	Agradable, no distintivo
Sabor	Agradable, no distintivo	Agradable, no distintivo	Ausente	Agradable, no distintivo
Grano	Entrecruzado	Entrecruzado	Entrecruzado	Recto
Textura	Media	Media	Media	Gruesa
Brillo	Medio	Medio	Medio	Bajo
Veteado	Jaspeado	Satinado	Jaspeado	Satinado

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Características anatómicas

Gmelina arborea (Melina)

Corte transversal

En esta sección se observa poros solitarios en su gran mayoría, presencia de poros múltiple de dos, tres en menor cantidad y escasos racemiformes. Porosidad difusa con una disposición de los poros sin patrón definido, el tamaño de los poros son pequeños, parénquima paratraqueal vasicéntrico aliforme, con alas muy cortas, raramente confluyente, fibras con paredes gruesas, radios finos en su gran mayoría y moderadamente pocos anchos, apenas visible a simple vista. Algunos poros presentan tílides de paredes finas.

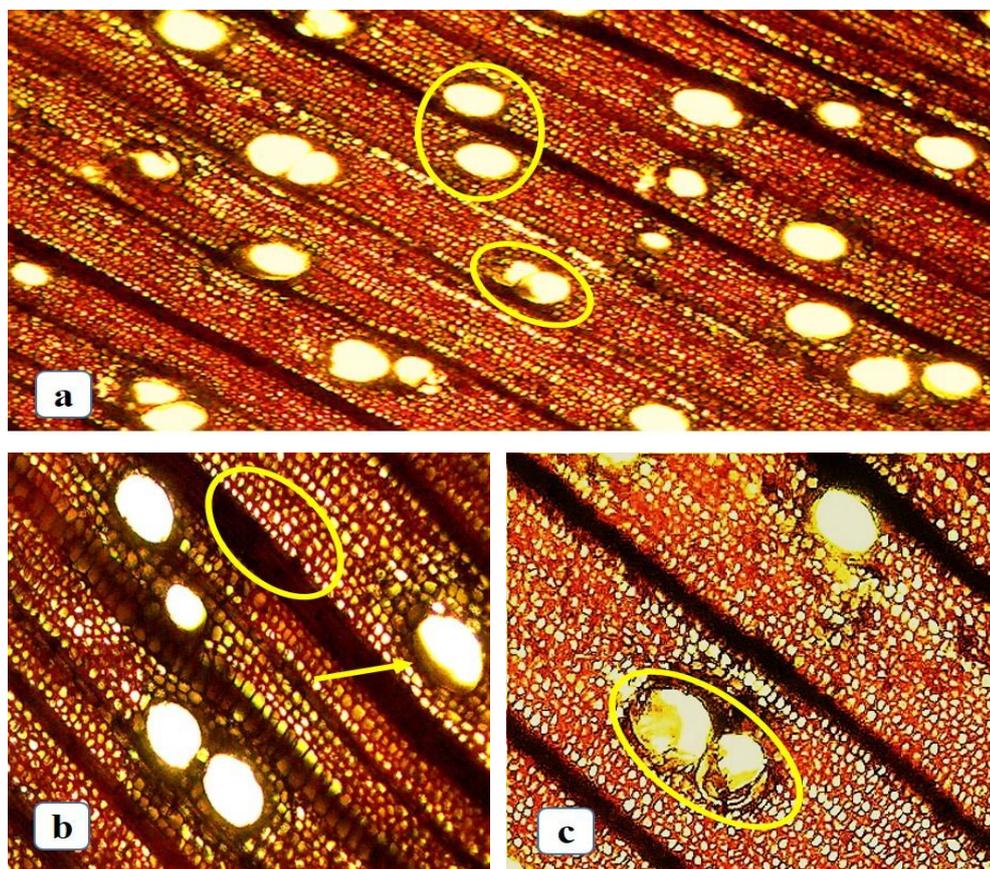


Figura 18. Corte transversal *Gmelina arborea* (Melina). a. Observado con el lente óptico de 4x, disposición de los poros sin patrón definido, poros solitarios y múltiples de 2-3. b. divisado con el lente de 10x, radios finos y gruesos. Con fibras de paredes gruesas y parénquima paratraqueal vasicéntrico aliforme. c. Poros con presencia de tílides, visto con el lente de 10x.

Corte tangencial

Se consigue apreciar los radios biseriados y multiseriados de células procumbentes, siguiendo una disposición definida con fibras septadas, vasos con presencia de punteaduras circulares opuestas y también se observan punteaduras opuestas en los radios.

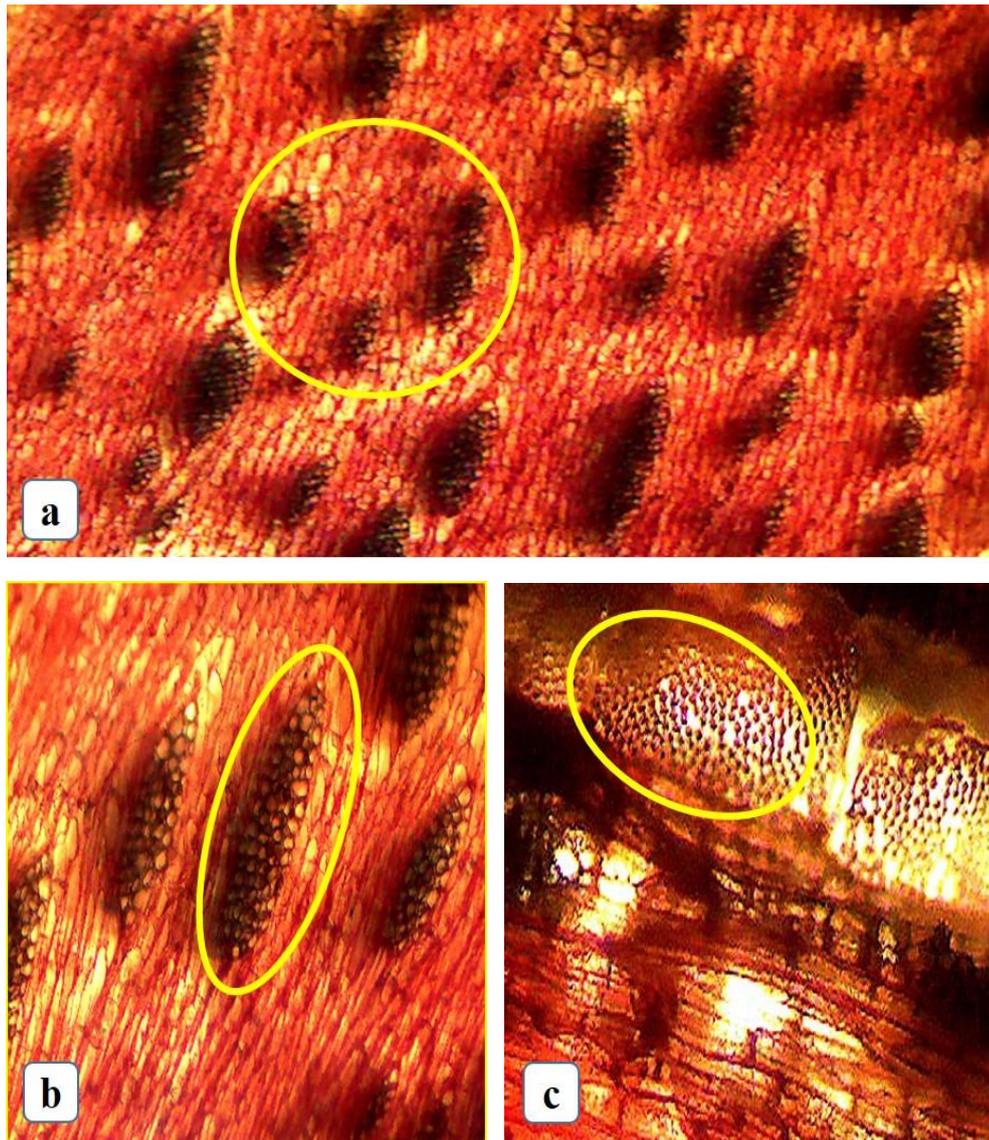


Figura 19. Corte tangencial *Gmelina arborea* (Melina). **a.** Observado con el lente óptico de 4x, radios biseriados y multiseriados **b.** Distinguido con el lente de 10x, radios multiseriados con células envolventes y con fibras septadas **c.** Parte del vaso con punteaduras opuestas, visto con el lente 10x.

Corte radial

Se puede observar radios homocelulares de células procumbentes, con paredes divisorias y presencia de fibras septadas distribuidas uniformemente. Células parenquimáticas bien definidas.

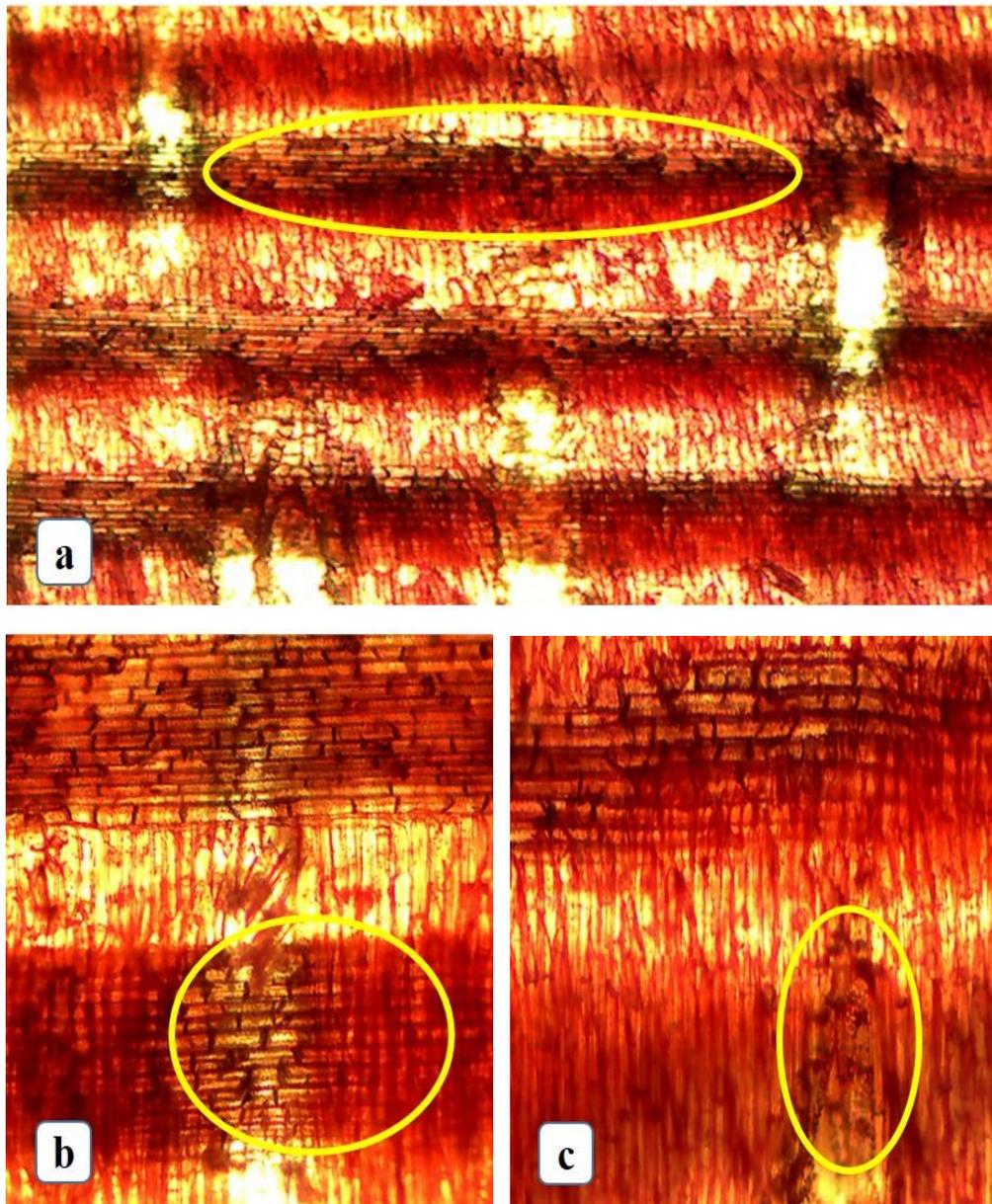


Figura 20. Corte radial *Gmelina arborea* (Melina). **a.** Visto con el lente óptico de 4x, radios homocelulares. **b.** Distinguido con el lente de 10x, células parenquimáticas con fibras septadas **c.** Parte del vaso con punteaduras ornadas, visto con el lente 10x.

Nectandra obtusata (Jigua)

Corte transversal

En este plano se logra distinguir los poros, pero difícilmente visibles a simple vista y en su gran mayoría son poros solitarios, escasos poros múltiples de dos y tres. Porosidad difusa, en disposición radial, poros pequeños, parénquima paratraqueal vasicéntrico, fibras con paredes medianas, radios muy finos y poco visibles a simple vista. Presencia del anillo de crecimiento. Se observan poros con esclerotíflides.

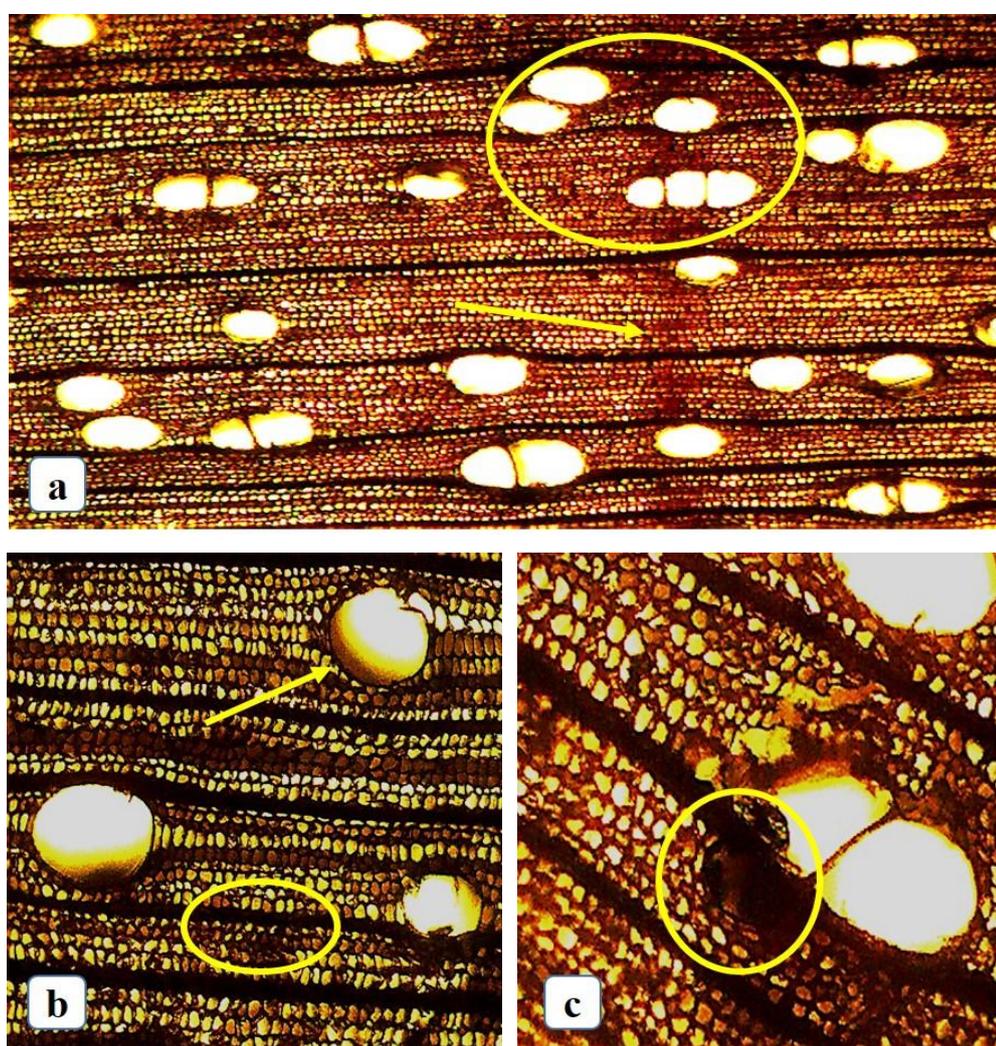


Figura 21. Corte transversal *Nectandra obtusata* (Jigua). **a.** Observado con el lente óptico de 4x, poros en disposición radial, poros solitarios y múltiples de 2-3. **b.** Visto con el lente de 10x, radios muy finos, con fibras de paredes medianas y parénquima paratraqueal, vasicéntrico. **c.** Poros con presencia de esclerotíflides.

Corte tangencial

Se puede observar una estructura estratificada con radios uniseriados, biseriados y multiseriados de células procumbentes, siguiendo una disposición oblicua, con fibras septadas alargadas y los vasos con presencia de punteaduras circulares ornadas.

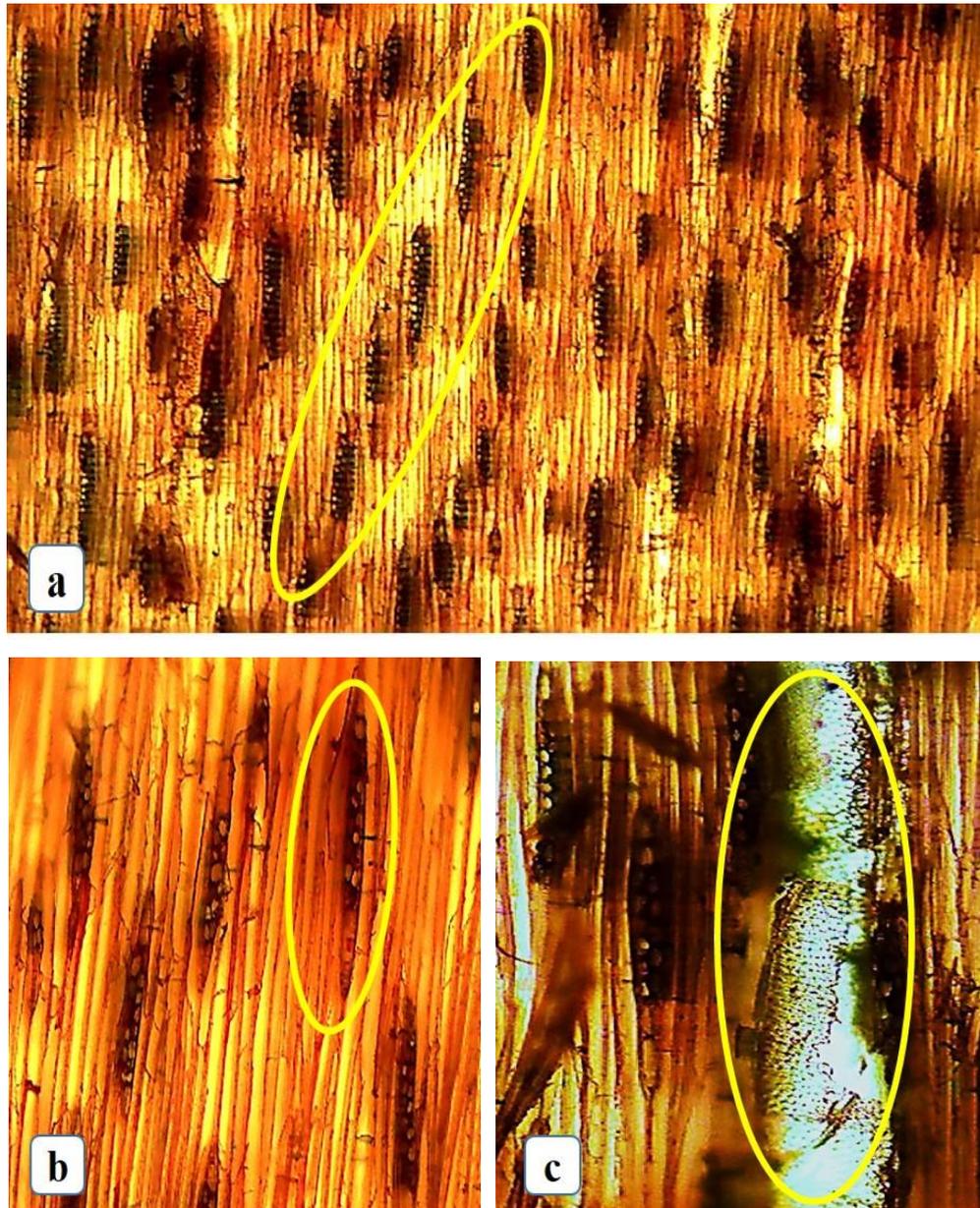


Figura 22. Corte tangencial *Nectandra obtusata* (Jigua). **a.** Observado con el lente óptico de 4x, radios uniseriados, biseriados y multiseriados. **b.** Dividido con el lente de 10x, radios con células envolventes y con fibras septadas **c.** Presencia de punteaduras ornadas en el vaso, visto con el lente 10x.

Corte radial

Se consigue observar radios heterocelulares con células procumbentes y erectas marginales, con paredes divisorias por fibras no septadas alargadas. Células parenquimáticas bien definidas, también se pudo apreciar el campo de intersección de las células parenquimáticas con las fibras. Se puede notar claramente el vaso, con pocas punteaduras.

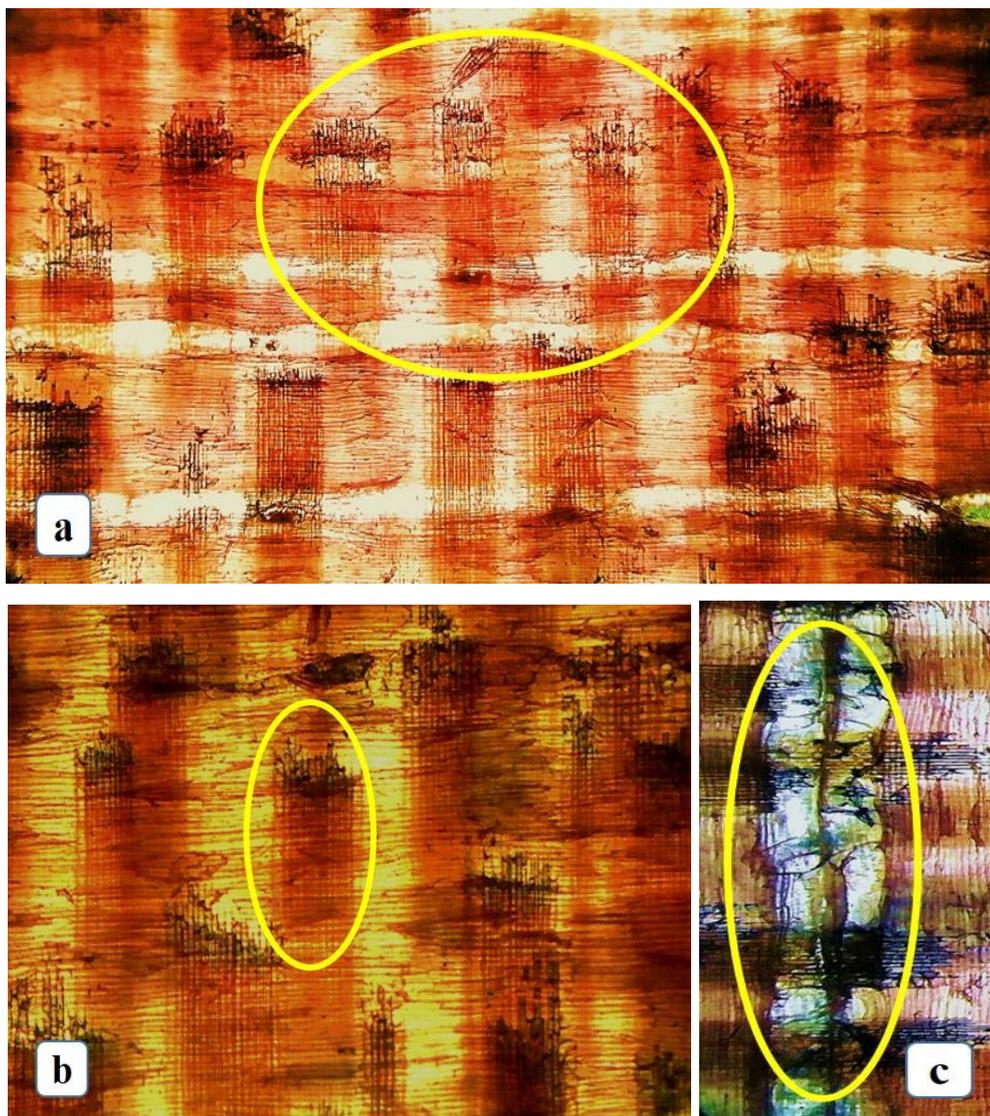


Figura 23. Corte radial *Nectandra obtusata* (Jigua). **a.** Observado con el lente óptico de 4x, radios heterocelulares. **b.** Visto con el lente de 10x, células parenquimáticas con fibras no septadas **c.** Presencia del vaso con escasas punteaduras, visto con el lente 10x.

Ochroma pyramidale (Balsa)

Corte transversal

En este corte se logra observar los poros visible a simple vista, en su mayoría son poros solitarios, con escasos poros múltiples de dos, tres. Porosidad difusa, el tamaño de los poros grandes, la disposición sin patrón definido, parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluyente, fibras con paredes delgadas, radios finos y gruesos no estratificados, visibles a simple vista. Algunos poros con presencia de tílides a su alrededor.

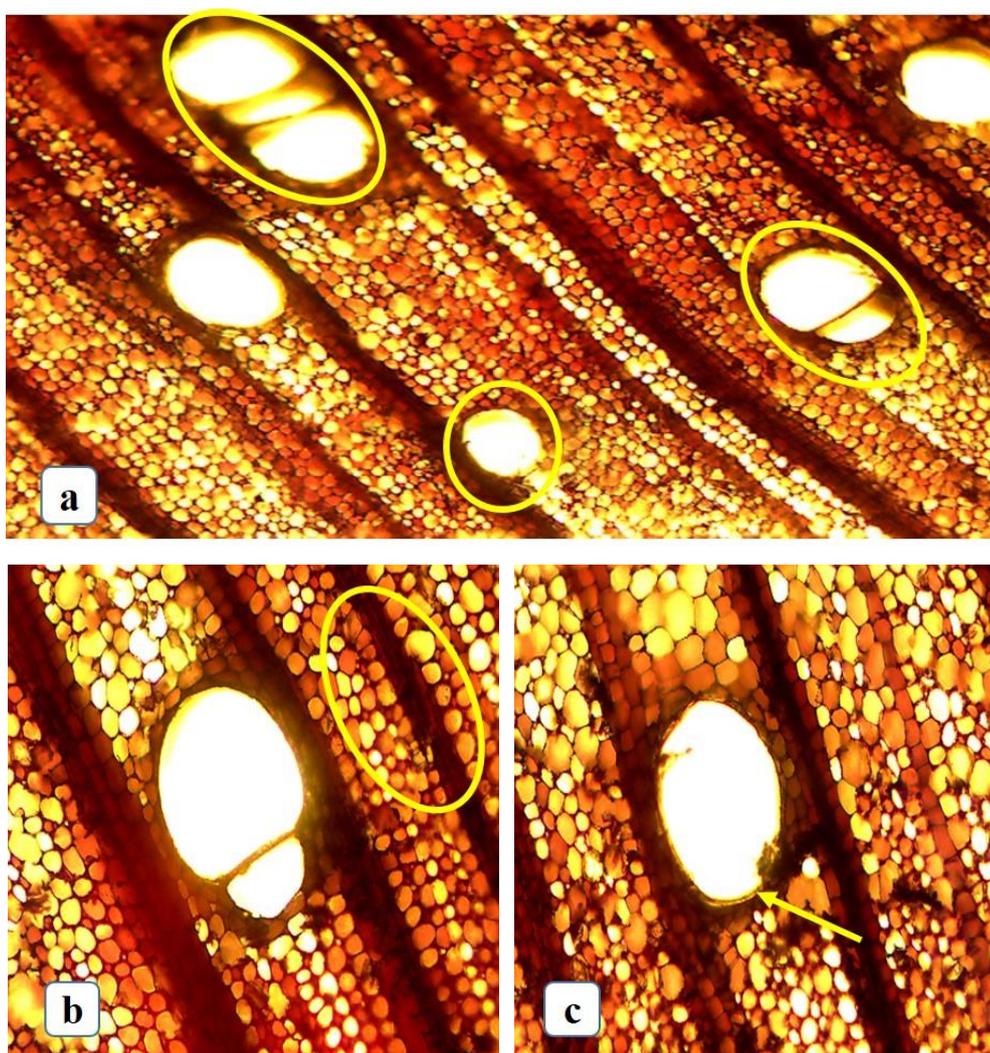


Figura 24. Corte transversal *Ochroma pyramidale* (Balsa). **a.** Observado con el lente óptico de 4x, poros grandes solitarios en su mayoría, escasos múltiples de 2-3. **b.** Radios finos y gruesos. Con fibras de paredes delgadas y parénquima paratraqueal vasicéntrico. **c.** Presencia de tílides alrededor del poro.

Corte tangencial

Se puede distinguir una estructura estratificada con radios multiseriados de células procumbentes, con fibras septadas alargadas, siguiendo una disposición oblicua y los vasos con presencia de punteaduras circulares ornadas y presencia de goma.

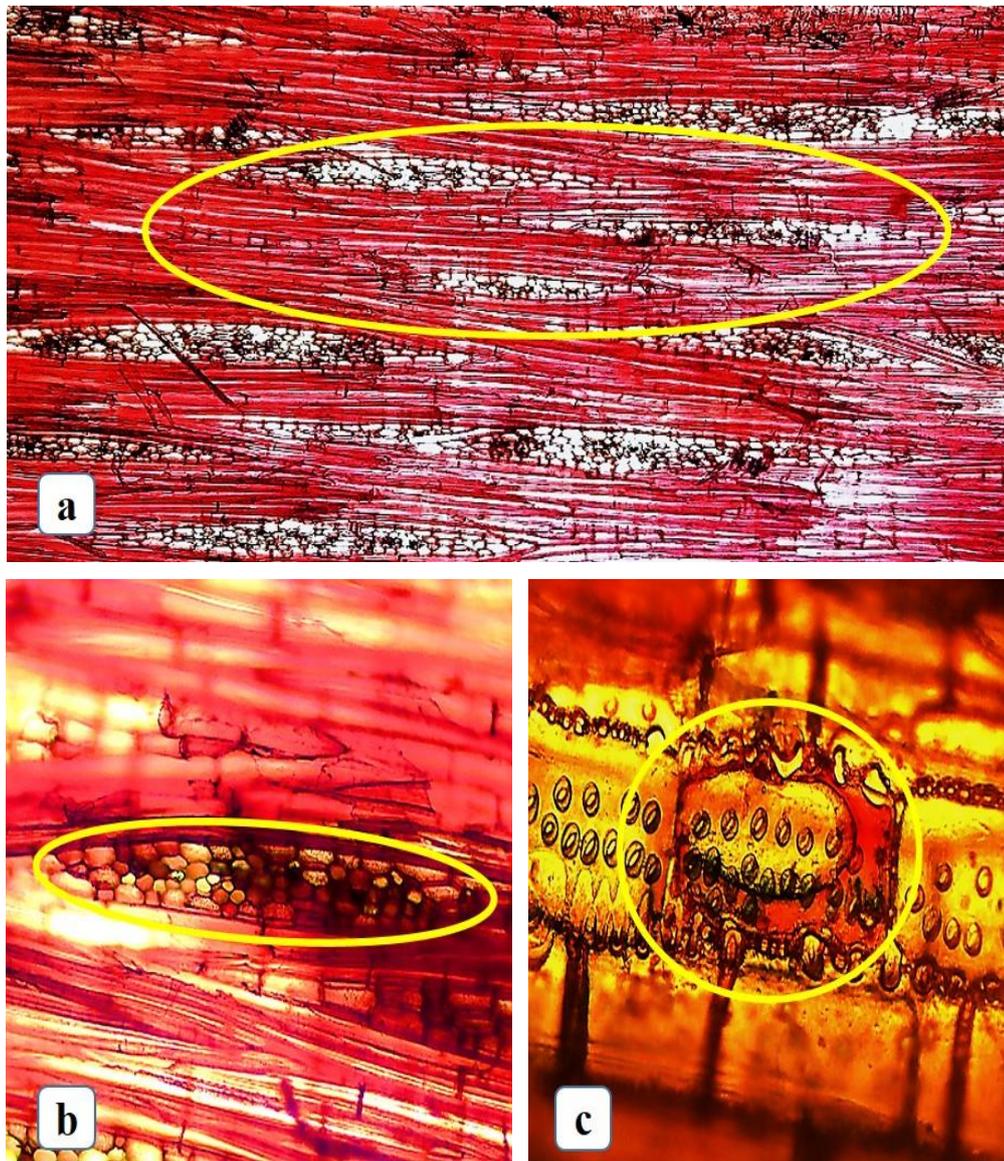


Figura 25. Corte tangencial *Ochroma pyramidale* (Balsa). **a.** Observado con el lente óptico de 4x, radios multiseriados estratificados. **b.** Visto con el lente de 10x, radios con células envolventes y con fibras septadas **c.** Presencia de punteaduras ornadas en el vaso, visto con el lente 10x.

Corte radial

Se logra observar radios homocelulares con células procumbentes, con paredes divisorias por fibras septadas cortas. Células parenquimáticas bien definidas de tipo baldosa intersectadas por las fibras. Se puede observar patentemente el vaso y lleno de punteaduras ornadas pequeñas.

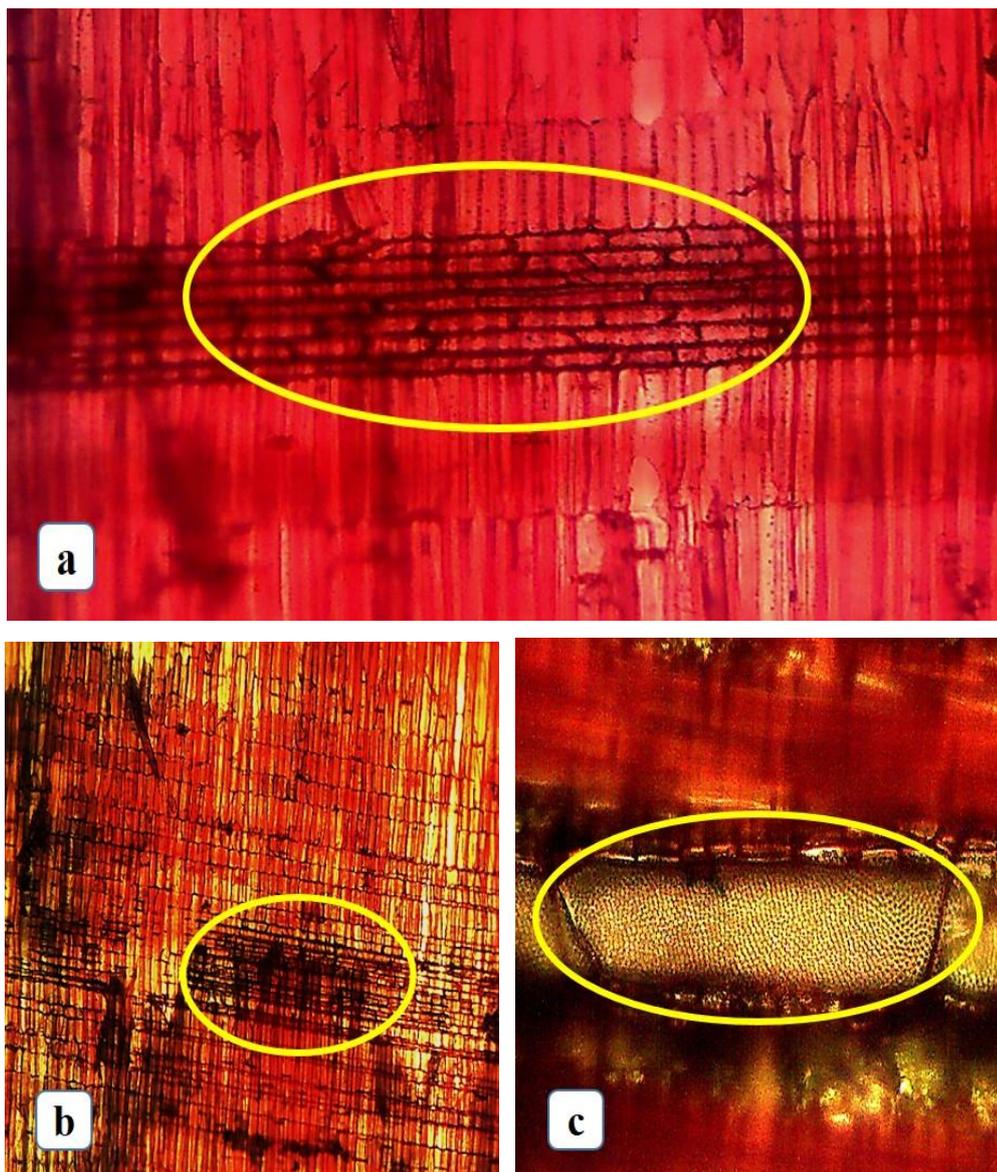


Figura 26. Corte radial *Ochroma pyramidale* (Balsa). **a.** Visto con el lente óptico de 4x, radios homocelulares. **b.** Distinguido con el lente de 10x, células parenquimáticas tipo baldosa. **c.** El vaso de lleno punteaduras ornadas, observado con el lente 10x.

Trichospermum galeottii (Sapan)

Corte transversal

En este plano se puede divisar una porosidad difusa, poros pequeños visible a simple vista, con una disposición radial, en su mayoría se ven poros solitarios, con presencia de poros múltiple de dos, tres, cuatro en menor cantidad y escasos racemiformes, parénquima paratraqueal vasicéntrico y escasos paratraqueal vasicéntrico aliforme de ala corta, fibras con paredes medianas, radios muy finos estratificados, poco visible a simple vista.

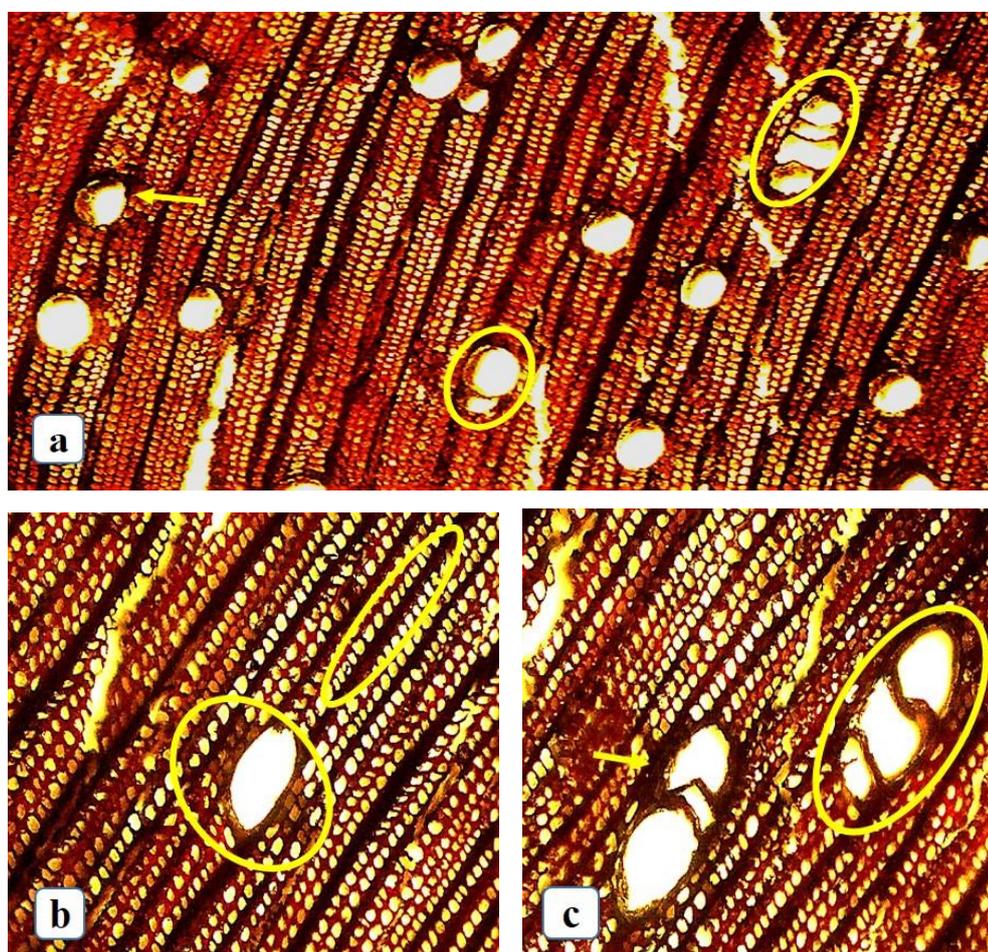


Figura 27. Corte transversal *Trichospermum galeottii* (Sapan). **a.** Observado con el lente óptico de 4x, poros solitarios la mayoría y múltiples de 2-3-4. **b.** Con el lente de 10x, parénquima paratraqueal vasicéntrico aliforme, radios muy finos, con fibras de paredes medianas **c.** Poros con presencia de tílides y parénquima paratraqueal vasicéntrico.

Corte tangencial

Se puede observar radios uniseriados en su mayoría, escasos biseriados y multiseriados de células procumbentes, una estructura estratificada siguiendo una disposición oblicua, con fibras septadas alargadas y los vasos con presencia de punteaduras circulares alternas de tamaño mediano. También se logra observar células parenquimáticas muy definidas.

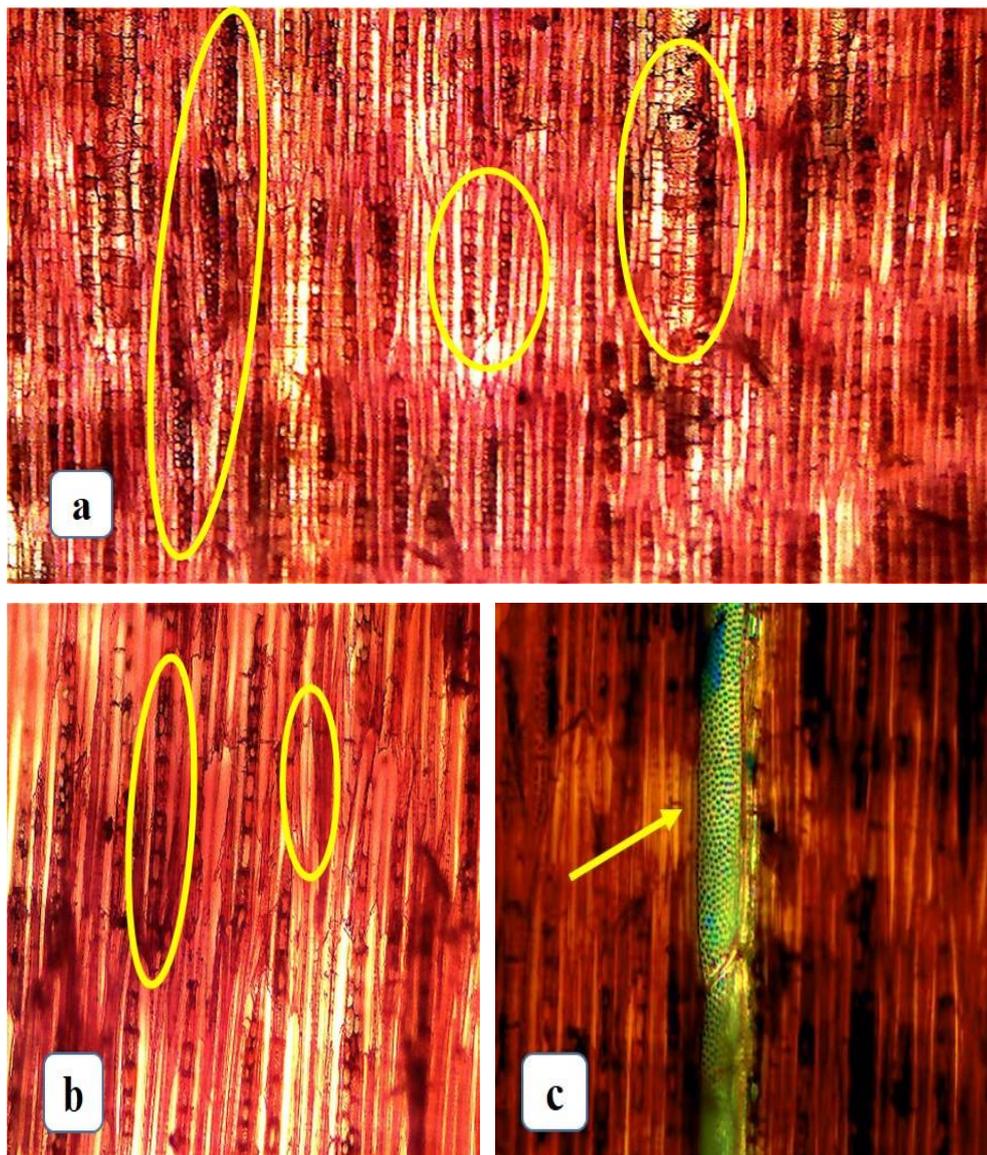


Figura 28. Corte tangencial *Trichospermum galeottii* (Sapan). **a.** Observado con el lente óptico de 4x, radios uniseriados, escasos biseriados y multiseriados. Y células parenquimáticas. **b.** Con el lente de 10x, radios uniseriados, con fibras septadas alargadas **c.** Presencia de punteaduras alternas en el vaso, divisada con el lente 10x.

Corte radial

Se puede observar radios homocelulares de células cuadradas y erectas, con paredes divisorias de fibras septadas alargadas e interceptadas por células parenquimáticas bien definidas. También se aprecian los vasos con punteaduras opuestas.

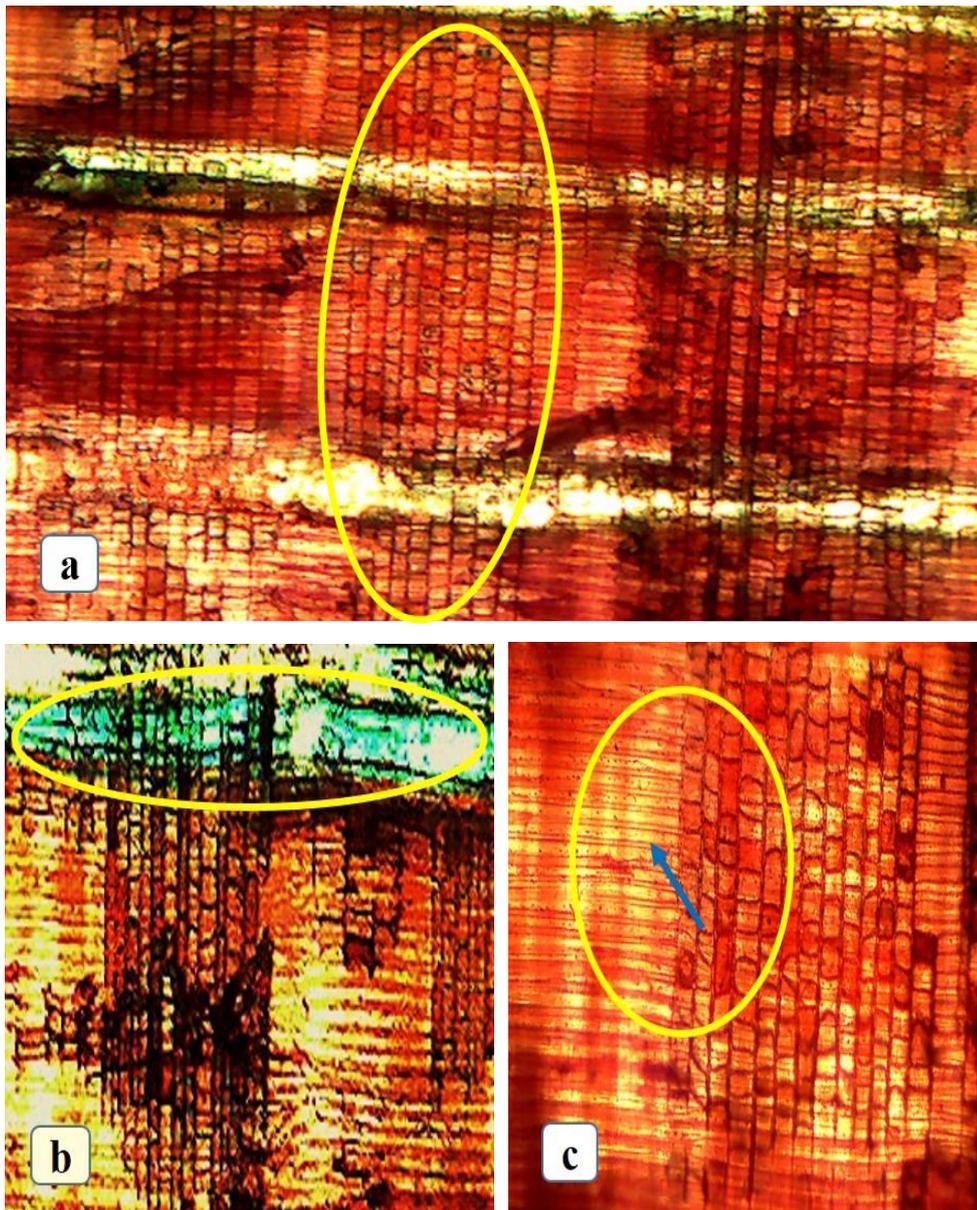


Figura 29. Corte radial *Trichospermum galeottii* (Sapan). **a.** Observado con el lente óptico de 4x, radios homocelulares. **b.** Visto con el lente de 10x, la presencia del vaso con punteaduras opuestas. **c.** La intersección de las fibras con las células parenquimáticas, distinguidas con el lente 10x.

Tabla 5. Resumen de las características anatómicas de las cuatro especies en estudio

Características	<i>Gmelina arborea</i>	<i>Nectandra obtusata</i>	<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Trichospermum galeottii</i>
Poros	Solitarios, múltiple de 2, 3 en menor cantidad y escasos racemiformes	Solitarios, múltiple de 2 y escasos de 3	Solitarios, múltiples radiales de 2, escasos múltiples de 3	Solitarios, múltiples de 2, 3 y 4 en menor cantidad y escasos racemiformes
Tamaño del poro solitarios	Pequeños	Pequeños	Grandes	Pequeños
Tamaño del poro múltiples	Pequeños	Pequeños	Grandes	Pequeños
Parénquima	Paratraqueal vasicéntrico aliforme, con alas muy cortas, raramente confluyente	Paratraqueal vasicéntrico	Paratraqueal vasicéntrico y confluyente	Paratraqueal vasicéntrico y vasicéntrico aliforme de alas muy cortas
Radios	Estratificados	Estratificados	No estratificados	Estratificados
Porosidad	Difusa	Difusa	Difusa	Difusa
Disposición	Sin patrón definido	Radial	Sin patrón definido	Radial

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Tabla 6. Características de las especies estudiadas según el tipo y cantidad de poros en 1 cm²

Especie	Solitario	Múltiple de 2	Múltiple de 3	Múltiple de 4	Total poros/cm ²	Tamaño de poros
<i>Gmelina arborea</i>	333	81	24	12	615	Pequeños
<i>Nectandra obtusata</i>	311	80	17	6	546	Pequeños
<i>Ochroma pyramidale</i>	81	52	11	-	218	Grandes
<i>Trichospermum galeottii</i>	241	34	28	-	393	Pequeños

Elaborado por: Coveña, K. 2019

De acuerdo características que tienen en cada especie se pudo determinar que existen poros grandes y pequeños, en un área determinada de 1 cm². *Ochroma pyramidale* (Balsa) es la especie que presenta los poros más grandes y la menor cantidad. Mientras que *Gmelina arborea* (Melina) presenta la mayor cantidad de poros, pero tiene poros pequeños, como la *Nectandra obtusata* (Jigua) y *Trichospermum galeottii* (Sapan).

Análisis estadístico de las características anatómicas

Se trabajó en el programa estadístico InfoStat; primero se seleccionaron los datos de los poros solitarios y múltiples, y se efectuó el análisis de varianza y se observó que existen diferencias significativas en los datos, respecto a las especies. Luego se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos siguen una distribución normal, es decir $p > 0,05$ y de acuerdo a esto, se realizó la prueba de Tukey para comparar los datos de cada especie.

Perímetro de los poros

Tabla 7. Perímetro de los poros solitarios de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

Especie	Medias	n	E.E.	
<i>Ochroma pyramidale</i>	1349,9	4	79,19	A
<i>Nectandra obtusata</i>	1371,72	4	79,19	A
<i>Gmelina arborea</i>	2293,67	4	79,19	B
<i>Trichospermum galeottii</i>	2620,11	4	79,19	B

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Según la prueba de Tukey, de acuerdo al perímetro de los poros solitarios se observó dos categorías (A y B), donde *Ochroma pyramidale* (Balsa) y *Nectandra obtusata* (Jigua) pertenecen a la misma categoría (A), mientras que *Gmelina arborea* (Melina) y *Trichospermum galeottii* (Sapan) poseen a la misma categoría (B), las especies que se encuentran en las misma categoría no presentan diferencia significativas, pero si son significativamente diferentes entre las dos categorías.

Tabla 8. Perímetro de los poros múltiples de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

Especie	Medias	n	E.E.	
<i>Nectandra obtusata</i>	1164,41	4	175,82	A
<i>Ochroma pyramidale</i>	1179,23	4	175,82	A
<i>Gmelina arborea</i>	1994,13	4	175,82	B
<i>Trichospermum galeottii</i>	2466,58	4	175,82	B

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Según la prueba de Tukey, de acuerdo al perímetro de los poros solitarios se observó dos categorías (A y B), donde *Nectandra obtusata* (Jigua) y *Ochroma pyramidale* (Balsa) pertenecen a la misma categoría (A), mientras que *Gmelina arborea* (Melina) y *Trichospermum galeottii* (Sapan) comparte a la misma categoría (B), las especies que se

encuentran en las misma categoría no presentan diferencia significativas, pero si son significativamente diferentes entre las dos categorías.

Cantidad de poros

Tabla 9. Número de los poros solitarios de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

Especie	Medias	n	E.E.		
<i>Gmelina arborea</i>	0,00	4	1,67	A	
<i>Ochroma pyramidale</i>	3,50	4	1,67	A	B
<i>Trichospermum galeottii</i>	10,75	4	1,67		B C
<i>Nectandra obtusata</i>	14,50	4	1,67		C

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Según la prueba de Tukey, de acuerdo al número de poros observados por cada especie, se evidencian tres categorías (A, B y C), donde *Gmelina arborea* (Melina) y *Ochroma pyramidale* (Balsa) se ubican en la misma categoría (A), mientras que *Ochroma pyramidale* (Balsa) y *Trichospermum galeottii* (Sapan) comparten la segunda categoría (B) y *Trichospermum galeottii* (Sapan) y *Nectandra obtusata* (Jigua) se ubica en la tercera categoría (C). Las especies que se encuentran en una misma categoría no presentan diferencias significativas. Pero si son diferentes entre las tres categorías

Tabla 10. Número de los poros múltiples de las cuatro especies estudiadas (Tukey, $p \leq 0,05\%$)

Especie	Medias	n	E.E.		
<i>Trichospermum galeottii</i>	2,50	4	0,53	A	
<i>Ochroma pyramidale</i>	2,75	4	0,53	A	B
<i>Gmelina arborea</i>	4,50	4	0,53	A	B
<i>Nectandra obtusata</i>	5,00	4	0,53		B

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Según la prueba de Tukey, de acuerdo al número de los poros múltiples se observó dos categorías (A y B), donde *Trichospermum galeottii* (Sapan) pertenece a la categoría (A), mientras que *Ochroma pyramidale* (Balsa) y *Gmelina arborea* (Melina) comparten las mismas categorías (A y B) y *Nectandra obtusata* (Jigua) se encuentra en la categoría (B), las especies que se encuentran en las misma categoría no presentan diferencia significativas, pero si son significativamente diferentes entre las dos categorías.

Calidad de imágenes

Se realizó un análisis de correspondencias en el programa estadístico del InfoStat, donde se observaron 80 imágenes las cuales se las clasifíco según la calidad: buena, muy buena y regular.

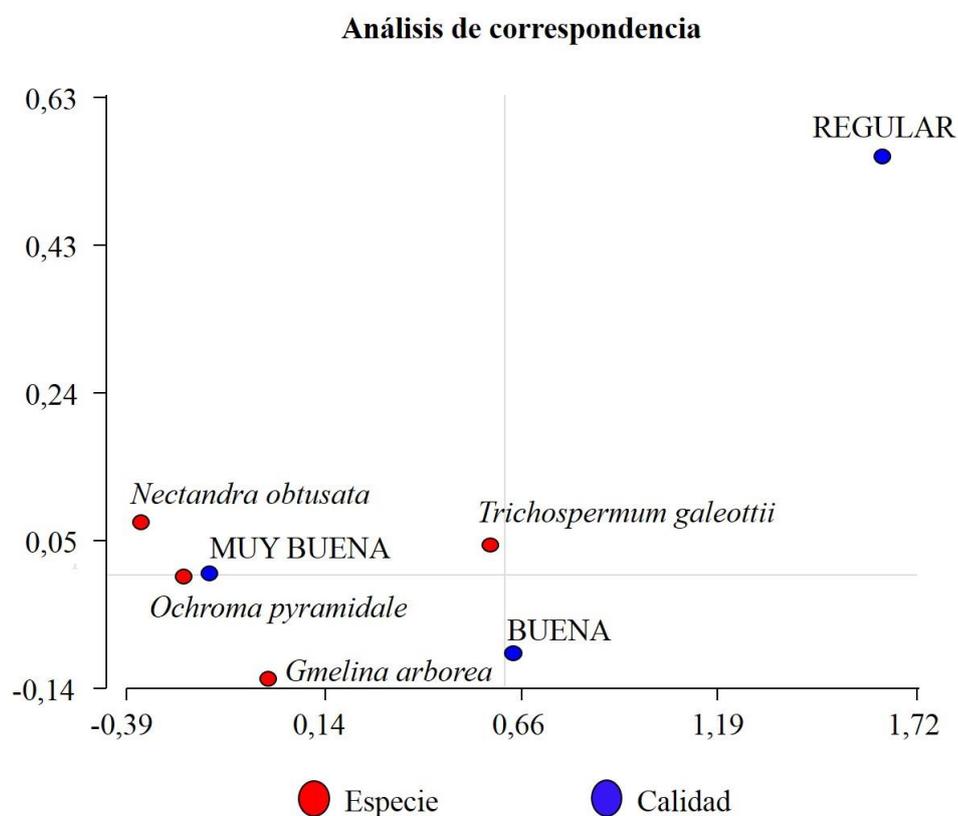


Figura 30. Calidad de foto de acuerdo a las cuatro especies estudiadas

Según el análisis de correspondencia con respecto a la calidad de imagen se puede observar que todas las especies se encuentran en el grupo de muy buena calidad en el siguiente orden: *Nectandra obtusata* (Jigua), *Ochroma pyramidale* (Balsa) y *Gmelina arborea* (Melina) y *Trichospermum galeottii* (Sapan).

Determinación de la densidad

Tabla 11. Densidad en seco de las cuatro especies estudiadas

Espece	Masa (g)	Volumen (cm ³)	Densidad $\rho=g/cm^3$
<i>Gmelina arborea</i>	4,34	8,1	0,54
<i>Nectandra obtusata</i>	2,58	8	0,32
<i>Ochroma pyramidale</i>	1,8	7,5	0,24
<i>Trichospermum galeottii</i>	3,55	8	0,44

Elaborado por: Coveña, K. 2019

De acuerdo a las características y propiedades que presenta cada especie, se obtuvo diferentes densidades en seco y se las clasifico se la siguiente manera según (Viscarra, 1998), *Ochroma pyramidale* (Balsa) presento una densidad muy baja, *Nectandra obtusata* (Jigua) una densidad baja, *Trichospermum galeottii* (Sapan) y *Gmelina arborea* (Melina) presentaron una densidad media.

Tabla 12. Densidad en verde de las cuatro especies estudiadas

Espece	Masa (g)	Volumen (cm ³)	Densidad $\rho=g/cm^3$
<i>Gmelina arborea</i>	8,47	8,3	1,02
<i>Nectandra obtusata</i>	6,54	8,1	0,81
<i>Ochroma pyramidale</i>	6,67	8,1	0,82
<i>Trichospermum galeottii</i>	10,09	8,2	1,23

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Debido a las sustancias químicas que presenta cada especie, se obtuvo densidades en verde casi similares, *Ochroma pyramidale* (Balsa) y *Nectandra obtusata* (Jigua) presentaron una densidad alta, mientras que *Trichospermum galeottii* (Sapan) y *Gmelina arborea* (Melina) registraron la densidad muy alta, según la tabla de clasificación de la madera de acuerdo la densidad básica.

Determinación del Potencial de hidrogeno (pH)

Tabla 13. Potencial de hidrogeno (pH) de las cuatro especies estudiadas

Especie	pH
<i>Gmelina arborea</i>	4,47
<i>Nectandra obtusata</i>	6,43
<i>Ochroma pyramidale</i>	9,4
<i>Trichospermum galeottii</i>	7,72

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Debido a las características y la composición de cada especie el potencial de hidrogeno que se obtuvo fue diferente, siendo para *Ochroma pyramidale* (Balsa) el más alto, obteniendo un pH alcalino y para *Gmelina arborea* (Melina) el menor, con un pH ácido.

VI. DISCUSIÓN

Según Palacios, (2016), en la descripción dendrológica de las especies representativas del Ecuador, explica que la especie *Nectandra obtusata*, en la parte del envés de la hoja presenta pubescencia parda a lo largo de las nervaduras y los tépalos externos de la flor son de color pardo; en esta investigación se observó que los tépalos externos de las flores son de color crema y los internos blancos. Y las hojas no presentan pubescencia, posiblemente sea por el rango altitudinal ya que la investigación de Palacios fue a 2100 m.s.n.m. y la de este estudio a 280 m.s.n.m.

En la presente investigación características organolépticas de la especie *Gmelina arborea* presenta similitud con la mencionada en el estudio de Gonzáles & Serrano, (2004) que describen que el grano es típicamente entrecruzado y la textura es mediana, el olor no es característico y el sabor no distintivo. Pero según Jiménez, (2016) en su estudio realizado a la especie *Gmelina arborea* a la edad de 15 años, detalla que su grano es recto a entrecruzado y su textura es gruesa, lo cual discrepa con a las características registradas en este trabajo de investigación porque la especie tiene 5 años, probablemente sea por la edad de las especies en estudio.

Según Armijos et al., (2017) y Agila et al., (2018) utilizaron tres cortes en los planos transversal, tangencial y radial. En cada una de las muestras se colocaron una gota de tinte compuesto por Astrablau, Safranina y Acido tartárico dejando actuar por 12 minutos, finalmente procedieron a quitar el tinte sobrante con agua destilada y alcohol al 50 %, 90 % y 96 %; pero en esta investigación solo se dejó actuar la tinción por 5 min, luego se enjuagaron las muestras con agua destilada y se sumergieron en alcohol al 96% por 10 min, obteniendo buenos resultados.

Moya & Tomazello, (2009) en su investigación manifiestan que *Gmelina arborea* presenta similitud en todas a las estructuras anatómicas encontradas en la presente investigación, mientras que Arévalo & Arévalo, (2013) en su estudio mencionan que *Gmelina arborea* a la edad de dos años presento un paratraqueal vasicéntrico y en algunos casos parénquima apotraqueal escaso y difuso, lo cual difieren con esta investigación,

porque se obtuvo un parénquima paratraqueal vasicéntrico aliforme con alas cortas, posiblemente sea por la edad ya que la especie estudiada tiene cinco años.

Ortiz , (2018) indica en la investigación que realizo en el litoral ecuatoriano sobre *Ochroma pyramidale*, en una zona seca con una precipitación de 1388 mm/año, obtuvo una densidad muy baja de 0,19 g/cm³, reflejando una variación significativa con la obtenida en esta investigación que fue de 0,24 g/cm³ a una precipitación de 2770 mm/año en la zona de estudio, pero se encuentra en el mismo rango la clasificación de la densidad muy baja según (Viscarra, 1998).

VII. CONCLUSIONES

Se logró una identificación dendrológica adecuada de las cuatro especies, en los herbarios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y de la Universidad Católica de Quito, obteniendo información sobre la familia, género y especie. Solo *Ochroma pyramidale* y *Trichospermum galeottii* pertenecen a la misma familia. Las cuatro especies tienen una característica en común, sus fuste son rectos y cilíndricos.

Las características organolépticas que mostraron las especies son diferentes, solo tres de las cuatro especies presentaron características similares, únicamente varían en el color de la albura y veteado. Respecto al grano, brillo y textura tres especies presentaron características iguales, solo *Trichospermum galeottii* mostro un grano recto, un brillo bajo y una textura gruesa. En cuanto al olor y sabor solo *Ochroma pyramidale* manifestó un olor y sabor ausente.

En las características anatómicas con la tinción combinada, se observaron estructuras muy diferenciadas, todas las especies presentaron poros solitarios y múltiples de dos y tres, un parénquima paratraqueal vasicéntrico y una porosidad difusa. En el tamaño de los poros la mayoría mostraron poros pequeños y radios estratificados, solo *Ochroma pyramidale* manifestó poros grande y radios no estratificados. En cuanto a la cantidad de poros *Nectandra obtusata* registro la mayor cantidad y *Ochroma pyramidale* la menor cantidad.

En cuanto a la densidad mientras los poros son más pequeños y en mayor cantidad, la madera presenta una densidad mayor como *Gmelina arborea* y lo inverso si la madera presenta poros más grandes y en menor cantidad se obtiene una densidad menor como *Ochroma pyramidale*. En el potencial de hidrogeno *Ochroma pyramidale* registro un pH alcalino y *Gmelina arborea* registro un pH acido.

VIII. RECOMENDACIONES

Es importante realizar un estudio fenológico de las especies, con el propósito de ampliar la información en la identificación de las especies.

Para futuras investigaciones se recomienda, integrar el estudio de las propiedades mecánicas de las especies, con el fin de obtener una información completa en el campo forestal.

Para poder identificar de manera adecuada las estructuras anatómica, es importante que los cortes histológicos se encuentren en buen estado. Tomar en cuenta el tiempo de las tinciones, debido a que la demasiada concentración del tinte no permite observar bien las características anatómicas.

Con la tinción combinada de Safranina/Astrablue se observan muy bien estructuras anatómicas, la cual se recomienda para futuras investigaciones.

IX. RESUMEN

El Ecuador es extraordinariamente rico por poseer una importante masa boscosa en diferentes ubicaciones geográficas, pero existe un gran desconocimiento de las características macro y microscópicas que posee cada especie forestal, la presente investigación propone: describir anatómicamente la madera de cuatro especies forestales, procedentes del Noroccidente de Pichincha, cantón Puerto Quito; para ofrecer una valiosa información sobre calidad de las especies y su buena utilización. Para la identificación dendrológica de las especies forestales, se utilizó los herbarios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y el herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Para las características organolépticas se elaboró una tabla comparativa, para detallar las observaciones que se apreciaron utilizando los sentidos: olfato, tacto, vista y gusto. Para determinar las características anatómicas, las muestras de la madera de las cuatro especies se expusieron a un proceso de ablandamiento, a una temperatura de 121 °C, a una presión de 1,1 atm; luego en el micrótopo se realizaron cortes histológicos de la parte transversal, tangencial y radial, obtenidas las láminas se procedió a colocarlas en la tinción combinada 1:1 (Safranina/Astrablue). Posteriormente se realizó la observación de las placas, el registro de datos y el análisis estadístico de las especies. En la identificación solo *Ochroma pyramidale* y *Trichospermum galeottii* pertenecen a la misma familia. Y las cuatro especies presentaron una característica en común, sus fustes son rectos y cilíndricos. En las características organolépticas se demostró que las especies son diferentes y en las características anatómicas todas las especies presentaron poros solitarios y múltiples de dos y tres, un parénquima paratraqueal vasicéntrico y una porosidad difusa. Se concluye que con la tinción combinada se observan estructuras muy diferenciadas.

Palabras clave: ESPECIES FORESTALES – HERBARIO - CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS - CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS – TINCIÓN.

Por: Karina Coveña



REVISADO
10/3/2019
[Handwritten signature]

X. SUMMARY

Ecuador is extraordinarily rich for having an important forest mass in different geographical locations, but there is a great ignorance of the macro and microscopic characteristics of each forest species, the present investigation proposes: anatomically describe the wood of four forest species, coming from the Northwest from Pichincha, Puerto Quito canton; to offer valuable information on the quality of the species and their good use. For the dendrologist identification of the forest species, the herbariums of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo and the herbarium of the Pontificia Universidad Católica del Ecuador were used. For the organoleptic characteristics, it elaborated a comparative table to detail the observations, and it uses the senses: smell, touch, sight, and taste. To determine the anatomical characteristics, the samples of the wood of the four species were exposed to a softening process, at a temperature of 121 ° C, at a pressure of 1.1 atm; then, in the microtome, histological sections were made of the transverse, tangential, and radial parts. The slides were obtained and placed in the combined 1: 1 (Safranin / Astrablue) stain. Subsequently, the observation of the plates, the recording of data and the statistical analysis of the species were carried out. In the identification, only *Ochroma pyramidal* and *Trichospermum galeottii* belong to the same family. And the four species presented a characteristic in common, their fuste are straight and cylindrical. In the organoleptic characteristics it was demonstrated that the species are different and in the anatomical characteristics all the species had solitary and multiple pores of two and three, parénquima paratraqueal vasicéntrico and a diffuse porosity. It is concluded that with the combined staining much differentiated structures are observed.

Keywords: FOREST SPECIES - HERBAL - ANATOMICAL CHARACTERISTICS - ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS - STAINING.



XI. BIBLIOGRAFÍAS

- Abraira, V., & Pérez, A (1996). *Métodos Multivariantes en Bioestadística*. Madrid, España.
- Acosta, I. (1967). *Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de 25 maderas de Costa Rica*. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA. Costa Rica. Recuperado el 25 de abril de 2019, de: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/137>
- Agila, S., Burneo, A., Narvaes, L., & Pucha-Cofrep, D. (2018). *Propiedades físicas y características anatómicas de la madera de tres especies de Guayacán al sur de Ecuador*. Bosques Latitud Cero, 8(2), 1–15.
- Aguilar, J., & Guzowski, E. (2011). *Materiales y materias primas*. Buenos Aires, República Argentina.: Colección Encuentro Inet.
- Aguirre Sánchez, H. I. (2012). *Colorante safranina O*. Investigación en Discapacidad, 1(2), 83–85.
- Arévalo, C. I., & Arévalo, Y. G. (2013). *Variabilidad de la estructura anatómica de Schizolobium parahybum bell blake y Gmelina arborea roxb., por efecto de la aplicación de diferentes tratamientos de fertilización, en la provincia de Zamora Chinchipe*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Armijos, A., Alvarado, J., Quito, J., León, T., Guamán, L., & Pucha, D. (2017). *Anatomía de la madera de diez especies forestales de bosque andino del sur del Ecuador*. Cedamaz, 7(1), 83–85.
- Bonilla, J. (2006). *Determinación del pH y su relación con el contenido de humedad y densidad anhidra de la madera de Guazuma crinita Mart. (Boliana Blanca) de Pucallpa*. Universidad Nacional de Ucayali. Pucallpa, Perú.
- Chavesta, M. (2012). *Separata de capacitación sobre identificación de madera*. La Molina, Perú.

- Cloquell, V. A., Contreras, W., & Owen, M. (2005). *La madera y los productos forestales en sistemas estructurales*. Madrid, España.
- Comisión Panamericana de Normas Técnicas. (1972). *Normas técnicas, 458 maderas de selección y colección de muestras*. New York: COPANT
- Feijoo, C. E., Pucha, A. D., & Ramon, D. D. (2018). *Guía para cortes anatómicos de la madera*. Loja, Ecuador.
- Gartner, H., & Schweingruber, F. (2013). *Microscopic preparation techniques for plant stem analysis*. (V. D. Kessel, Ed.), *IAWA Journal* (Vol. 34). Recuperado el 23 de abril de 2019, de: <https://ezp.lib.unimelb.edu.au/login?url=https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edb&AN=92971312&site=eds-live&scope=site>
- Giménez, A. M., Moglia, J. G., Hernández, P., & Gerez, R. (2014). *Anatomía de madera* (2ª. ed). Santiago del Estero.
- González, G., & Serrano, R. (2004). *Propiedades y utilidades de la madera de melina (Gmelina arborea Roxb) procedente de árboles plantados en Costa Rica*. *Forestal Mesoamericana Kurú*, 1(1), 6–15.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2017). *Anuario meteorológico*. Recuperado el 11 de mayo de 2019, de: http://www.serviciometeorologico.gob.ec/docum_institucion/anuarios/meteorologicos/Am_2013.pdf
- International Association of Wood Anatomists. (2016). *List of microscopic bark features*. *IAWA Journal*, 37(4), 517–615.
- Jiménez, L. (2016). *El cultivo de la melina en el trópico* (1ª. ed). Sangolquí, Ecuador.
- Katinas, L. (2001). *El herbario, significado, valor y uso*. La Plata, República de Argentina: PROBIOTA.
- Leon, W., & Espinoza, N. (2001). *Anatomía de la madera*. (Forestal, Ed.) (1ª. ed). Mérida, Venezuela.

- Mamani M, J. E. (2015). *Caracterización macroscópica y microscópica de especies maderables en cuatro aserraderos de Tambopata-Madre de Dios*. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. Recuperado el 11 de mayo de 2019, de: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/UNSAAC/137>
- Megías, M., Molist, P., & Pombal, M. A. (2018). *Técnicas histológicas: tinción*. Atlas de Histología Vegetal y Animal, 29. Recuperado el 12 de mayo de 2019, de: <http://mmegias.webs2.uvigo.es/inicio.html>.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2000). *Estrategia para el desarrollo forestal sustentable del Ecuador*. Quito, Ecuador: MAE.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador: MAE.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2014). *Sistema de Contabilidad Ambiental Nacional, Exploración inicial 2008-2012*. Cuenta Forestal Maderable. Quito, Ecuador.
- Moglia, J. G., Bravo, S., & Giménez, A. M. (2014). *Tomo II macroscopia de la Madera*. Santiago del Estero, Argentina.
- Organización de las Naciones Unidas. (2010). *Programa de Evaluación de los Recursos Forestales*. Italia, Roma: FAO.
- Ortiz, D. Z. (2004). *Algunos aspectos de la anatomía de la madera de melina (Gmelina arborea (Roxb)) y su relación con las propiedades de secado y durabilidad* . Kurú: Revista Forestal, 1(1), 1–6.
- Ortiz P, C. M. (2018). *Caracterización de la densidad de madera de balsa (Ochroma pyramidale) en dos zonas edafoclimáticas de la costa ecuatoriana*. Zamorano, Honduras.
- Palacios, W. (2016). *Árboles del Ecuador: especies representativas*. (UTN, Ed.) (1ª. ed). Ciudadela El Olivo, Universidad Tecnica del Norte. Ibarra, Ecuador.

- Pérez, J., & Gardey, A. (2016). *Definición de tinción*. Recuperado el 6 de junio de 2019, de: <https://definicion.de/tincion/>
- Perícola, N., Hadid, M., Liscovsky, I., Cosa, M. T., & Dottori, N. (2002). *Técnicas para el estudio de adaptaciones anatómicas en vegetales: una propuesta para el laboratorio*, (1992), 10.
- Posada, C. C., Pineda, C. M., & Cam. (2009). *Guía de Identificación de Maderas Aserradas del Departamento de Huila*. La Plata, Huila.
- Programa de Apoyo a la Mejora del Clima de Negocios e Inversiones en Nicaragua (s.f.). *Manual para el participante tecnología de la madera y materiales*. Nicaragua: PRAMECLIN
- Puertas, P. S., Guevara, C. L., & Espinoza, M. L. (2013). *Manual de transformación de la madera*. Lima, Perú.
- Rivera, J. (2014). *Variación del contenido de humedad y cambio dimensional en diferentes alturas de fuste de Bolaina blanca (Guazuma crinita Mart.) en la zona Tingo María*. Tingo María, Perú.
- Rivera, S. M., Cabanillas, P., & Hagen, M. (2015). *Identificación rápida de maderas: NOA (1ª. ed.)*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.
- Tknika. (2006). *Manual técnico de formación para la característica de la madera de uso estructural*. Recuperado el 6 de junio de 2019, de: <http://normadera.tknika.net/es/content/identificación-de-la-madera>
- Vásquez, Á., & Ramírez, A. (2011). *Anatomía e identificación de maderas*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Colombia.
- Velasquez, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. Quito, Ecuador.
- Viscarra, S. (1998). *Guía para el secado de la madera en hornos*. Santa Cruz, Bolivia.

XII. ANEXOS

Anexo 1. Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SOLITARIO	16	0,96	0,93	8,3

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 2. Análisis de la Varianza (SC tipo III) poros solitarios de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5068722,45	6	844787,1	33,68	<0,0001
ESPECIE	5019643,84	3	1673215	66,7	<0,0001
REPETICIÓN	49078,61	3	16359,54	0,65	0,6014
Error	225773,91	9	25085,99		
Total	5294496,36	15			

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 3. Shapiro-Wilks (modificado) poros solitarios de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SOLITARIO	16	0	122,68	0,96	0,8324

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que existen diferencias significativas en el perímetro de los poros solitarios, respecto a las especies. Y se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos siguen una distribución normal, es decir $p > 0,05$.

Anexo 4. Análisis de la varianza para los poros múltiples de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MÚLTIPLE	16	0,82	0,7	20,67

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 5. Análisis de la Varianza (SC tipo III) poros múltiples de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5080058,5	6	846676,41	6,85	0,0058
ESPECIE	4928835,8	3	1642945,3	13,29	0,0012
REPETICIÓN	151222,65	3	50407,55	0,41	0,7513
Error	1112827	9	123647,45		
Total	6192885,5	15			

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 6. Shapiro-Wilks (modificado) poros múltiples de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO MÚLTIPLE	16	0	272,38	0,97	0,8697

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 7. Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo al número de poros de las cuatro especies estudiadas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
SOLITARIO	16	0,84	0,73	46,51

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 8. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de poros solitarios de acuerdo al número de poros de las cuatro especies estudiadas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	531,88	6	88,65	7,93	0,0035
ESPECIE	525,69	3	175,23	15,68	0,0006
REPETICIÓN	6,19	3	2,06	0,18	0,9042
Error	100,56	9	11,17		
Total	632,44	15			

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 9. Shapiro-Wilks (modificado) para poros solitarios de acuerdo al número de poros de las cuatro especies estudiadas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SOLITARIO	16	0	2,59	0,96	0,8231

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 10. Análisis de la varianza para los poros múltiples de acuerdo al perímetro de las cuatro especies estudiadas

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
MÚLTIPLE	16	0,7	0,5	28,67

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 11. Análisis de la Varianza (SC tipo III) de poros múltiples de acuerdo al número de poros de las cuatro especies estudiadas

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	23,38	6	3,9	3,48	0,0459
ESPECIE	18,69	3	6,23	5,57	0,0194
REPETICIÓN	4,69	3	1,56	1,4	0,3057
Error	10,06	9	1,12		
Total	33,44	15			

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 12. Shapiro-Wilks (modificado) para poros múltiples de acuerdo al número de poros de las cuatro especies estudiadas

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO MULTIPLE	16	0	0,82	0,93	0,4609

Elaborado por: Coveña, K. 2019

Anexo 13. Tabla de frecuencia de las especies según la calidad de imagen

ESPECIE	BUENA	MUY BUENA	REGULAR	Total
<i>Ochroma pyramidale</i>	2	18	0	20
<i>Nectandra obtusata</i>	1	19	0	20
<i>Gmelina arborea</i>	4	16	0	20
<i>Trichospermum galeottii</i>	7	12	1	20
Total	14	65	1	80

Elaborado por: Coveña, K. 2019

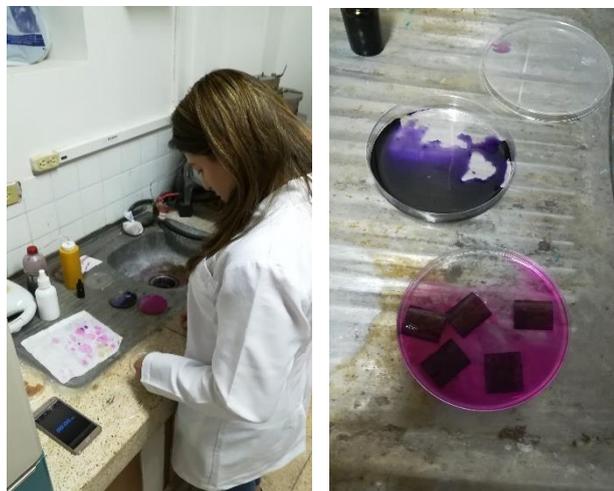
Anexo 14. Relación del Sustrato/Agua para el pH

Especie	Sustrato (g)	Agua destilada (ml)	Relación
<i>Gmelina arborea</i>	25	100	4:1
<i>Nectandra obtusata</i>	25	150	6:1
<i>Ochroma pyramidale</i>	25	350	14:1
<i>Trichospermum galeottii</i>	25	250	10:1

Elaborado por: Coveña, K. 2019

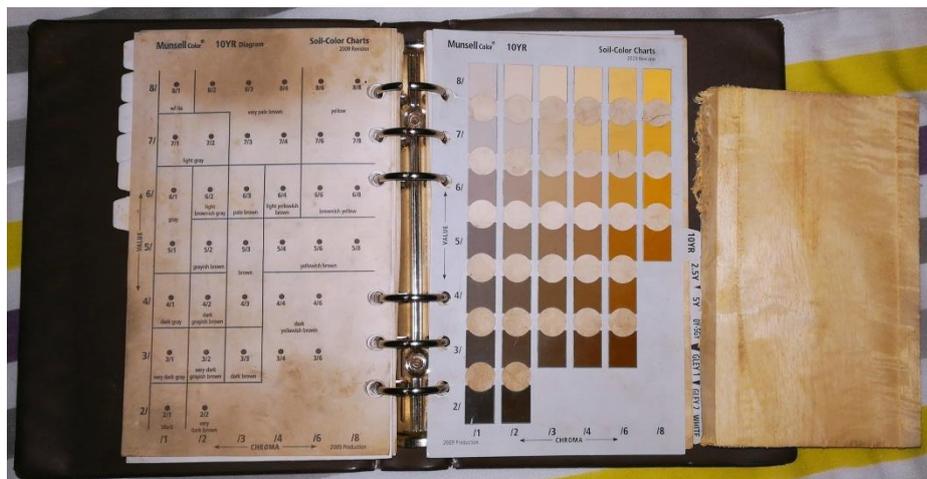
La relación entre el agua destilada y el sustrato, para determinar el potencial de Hidrogeno fluctúa entre 4-14.

Anexo 15. Colecta de las especies**Anexo 16 . Dimensionado de las muestras****Anexo 17. Ablandamiento de las muestras en autoclave**

Anexo 18. Tintes utilizados**Anexo 19. Corte de las muestras en el micrótom****Anexo 20. Tinturado de las láminas histológicas**

Anexo 21. Placas con las muestras tinturadas**Anexo 22. Observación de las muestras****Anexo 23. Registro del pH**

Anexo 24. Identificación del color con la Tabla de Munsell



Anexo 25. Muestras de para la colección **a.** *Trichospermum galeottii* (Sapan) **b.** *Ochroma pyramidale* (Balsa) **c.** *Gmelina arborea* (Melina) **d.** *Nectandra obtusata* (Jigua)



Anexo 26. Especie *Trichospermum galeottii* (Sapan)



Anexo 27. Especie *Ochroma pyramidale* (Balsa)



Anexo 28. Especie *Gmelina arborea* (Melina)



Anexo 29. Especie *Nectandra obtusata* (Jigua)



Anexo 30. Coordenadas proyectadas UTM Zona 17 N, Datum WGS84, de la ubicación de las especies

ÁRBOL	X	Y
1	699437,79	21324,32
2	699467,61	21306,77
3	699453,26	21278,25
4	699491,91	21280,44
5	699491,11	21315,55
6	699393,63	21255,21
7	699401,36	21217,91
8	699438,91	21186,11
9	699441,12	21226,69
10	699442,13	21153,19
11	699468,74	21132,36
12	699400,27	21115,89
13	699391,44	21096,15
14	699358,31	21095,05
15	699367,14	21115,89
16	699463,21	21159,78

Anexo 31. Permiso de investigación otorgado por el Ministerio del Ambiente Pichincha



MINISTERIO DEL AMBIENTE

DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE PICHINCHA



AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Nº 008 – 2019 - IC –FLO - DPAPCH - MA

Quito, 12 de junio de 2019

El Ministerio del Ambiente, en uso de las atribuciones que le confiere el Código Orgánico Ambiental, autoriza a: Ing. Norma Lara Vásconez, con C.C. No. 0602740474, Directora de la Escuela de Ingeniería Forestal, de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo - ESPOCH, y a Karina Isabel Coveña, estudiante de la ESPOCH, con C.C. 080401862-0, para que lleven a cabo la investigación titulada "Descripción anatómica de la madera de cuatro especies forestales, procedentes del noroccidente de Pichincha, cantón Puerto Quito". De acuerdo a las siguientes especificaciones:

1. Solicitud de autorización de extracción e investigación de: Norma Lara Vásconez, mediante oficio No. 227, recibido el 22 de abril 2019, entrega de información complementaria, mediante oficio No. 267 del 23 de mayo de 2019.
2. Valoración técnica del proyecto: Ing. Diego Morillo G.
3. Contraparte del Ministerio del Ambiente: Dirección Provincial del Ambiente Pichincha, Unidad de Patrimonio Natural.
4. Complementos autorizados de la investigación: toma de muestras de flora silvestre, (una muestra arborizada por especie en estudio, total 4 especies forestales).
5. Duración: desde 12 de junio 2019, hasta 11 de junio de 2020, de acuerdo al cronograma de trabajo establecido.
6. Obligaciones de los investigadores:
 - ENTREGAR UNA COPIA IMPRESA (EN AMBAS CARAS) Y UNA COPIA EN FORMATO DIGITAL, DE LOS RESULTADOS FINALES DE LA INVESTIGACION, EN CASTELLANO, A ESTA CARTERA DE ESTADO, INCLUYENDO LA LOCALIZACIÓN EXACTA (COORDENADAS UTM) DE LOS ESPECIMENES COLECTADOS Y OBSERVADOS, COPIA DE LAS FOTOGRAFÍAS, GRABACIONES Y OTROS DOCUMENTOS PRODUCTO DE LA MISMA.
 - EL PLAZO DE ENTREGA DEL INFORME FINAL, VENGE EL 11 DE JUNIO DE 2020.
 - ENTREGAR TODAS LAS COLECCIONES PRODUCTO DE LA INVESTIGACION A UN HERBARIO AUTORIZADO POR EL MINISTERIO DEL AMBIENTE.

Del cumplimiento de las obligaciones dispuestas en el párrafo anterior se responsabiliza a Norma Lara Vásconez y Karina Isabel Coveña.

Atentamente,

Evelin Chaves
Abg. Evelin Chaves Montenegro

DIRECTORA PROVINCIAL DEL AMBIENTE PICHINCHA





MINISTERIO DEL AMBIENTE



OBSERVACIONES SOBRE AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

Nº 008 – 2019 -IC – FLO – DPAPCH - MA

- Se autoriza la investigación en la provincia de Pichincha, en el cantón Puerto Quito, recinto Unión Cariamanga.
- El equipo de investigadores principales está conformado por: Norma Lara Vásconez e Isabel Coveña.
- En caso de involucrarse propiedades particulares, el investigador deberá obtener el permiso correspondiente de los propietarios.
- Los resultados de la investigación deberán ser entregados al Ministerio del Ambiente, conforme al Art. del 5 al 19 del Libro IV, Título II del TULSMA (Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente), así como también el registro de la localización exacta de las muestras colectadas, fotografías, informe parcial y/o final y todos los productos resultado de la investigación, tanto en formato físico como digital.
- Se autoriza la toma de muestras de flora silvestre, (una muestra arborizada por especie en estudio, total 4 especies forestales), con el objetivo de caracterizar anatómicamente cuatro especies forestales comerciales del noroccidente de Pichincha.
- Se autoriza el uso de los equipos y materiales siguientes: motosierra, machete, tijeras, prensa de madera, hipsómetro, forcípula.
- En caso de prórroga, se solicitará quince días antes de la fecha de vencimiento que indica este documento.
- En caso de que la investigación produzca informes parciales, estos deberán estar contemplados en el informe final tanto en formato impreso como digital.
- Para la movilización de todas las muestras colectadas, mediante esta autorización, los investigadores deberán contar con las respectivas órdenes de movilización, emitidas por la Dirección Provincial del Ambiente de Pichincha.
- Ningún espécimen o muestra producto de esta investigación podrá ser utilizado para uso comercial o como material para manejo *insitu* / *exsitu*.
- Las muestras colectadas no podrán ser utilizados para cualquier actividad de bioprospección y biopiratería.
- Las muestras colectadas de los especímenes, no podrán ser utilizados para el acceso a recursos genéticos.

TODOS USOS INDEBIDOS DE ESTA AUTORIZACIÓN, ASÍ COMO EL INCUMPLIMIENTO DE LOS ASPECTOS LEGALES, ADMINISTRATIVOS O TÉCNICOS ESTABLECIDOS EN LA MISMA, SERÁN SANCIONADOS CONFORME AL CÓDIGO ORGÁNICO AMBIENTAL; Y AL TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.

La tasa por concepto de emisión de autorización es de: USD\$ 20 (veinte dólares), depositada en la cuenta 0010000785 del BanEcuador, factura No. 001-002-69769.

ECHJW/DM
12/06/2019

Anexo 32. Certificado otorgado por el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de
Chimborazo



HERBARIO POLITECNICA CHIMBORAZO (CHEP)
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL CHIMBORAZO
Panamericana sur Km 1, fono: (03) 2 998-200 ext. 700123, jcaranqui@yahoo.com
Riobamba Ecuador

Ofc.No.051.CHEP.2019

Riobamba, 20 de junio del 2019

Abg. Evelin Chaves. M.

DIRECTORA PROVINCIAL PICHINCHA "MAE"

De mis consideracion:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente Certifico que la señorita Coveña Cabrera Karina Isabel con CI: 080401862-0, Tesista de Ingeniería Forestal, entregó 4 muestras botánicas fértiles (listado), para ser identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador; según autorización de Investigación No 008-2019-IC-FLO-DPACH-MA. Las muestras fértiles serán ingresadas y procesadas en el herbario en un tiempo determinado.

FAMILIA	ESPECIE	ESTADO
MALVACEAE	<i>Trichospermum galeottii</i> (Turcz.) Kosterm	Fertil
LAMIACEAE	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Fertil
MALVACEAE	<i>Ochroma pyramidale</i>	Fertil
LAURACEAE	<i>Nectandra obtusata</i> Rohwer	Fertil

Me despido

Atentamente




Ing. Jorge Caranqui
BOTÁNICO
HERBARIO-ESPOCH

FACULTAD DE
RECURSOS
NATURALES

Anexo 33. Certificado otorgado por el Herbario de la Pontificia Universidad Católica de
Quito

CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN

El espécimen examinado corresponde a:

***Trichospermum galeottii* (Turcz.) Kosterm.**

- Clase: Equisetopsida C. Agardh
- Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.
- Superorden: Rosanae Takht.
- Orden: Malvales Juss.
- Familia: Malvaceae Juss.
- Género: *Trichospermum* Blume
- Especie: *Trichospermum galeottii* (Turcz.) Kosterm.
- Nombre común: sapán

Álvaro J. Pérez

Curador de Angiospermas Herbario QCA

