



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

**DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA  
MADERA DE CINCO ESPECIES COMERCIALES DE LA PARROQUIA EL  
DORADO, CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PERTENECIENTE A LA  
PROVINCIA ORELLANA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

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

**LEONARDO DAVID OCAMPO VERA**

**RIOBAMBA – ECUADOR**  
**2018**

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Leonardo David Ocampo Vera, 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, 18 de diciembre de 2018.



---

Leonardo David Ocampo Vera

**C.C. 220004939-9**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

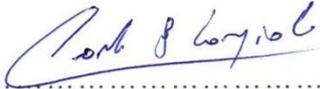
El tribunal de trabajo de titulación certifica, que el trabajo de investigación titulado: **DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES COMERCIALES DE LA PARROQUIA EL DORADO, CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PERTENECIENTE A LA PROVINCIA ORELLANA**, de responsabilidad del señor Leonardo David Ocampo Vera, ha realizado las correcciones correspondientes señaladas por el tribunal y se encuentra apto para su presentación y sustentación.

### TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

1.  ..... 14 - 12 - 2018 .....

Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda Fecha

**DIRECTOR**

2.  ..... 14 - 12 - 2018 .....

Ing. Carlos Francisco Carpio Coba Fecha

**ASESOR**

## **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 queridos padres, Valentín Ocampo Abad y Kenia Yadira Vera Cerezo, por haberme regalado la vida, la educación y sobretodo su amor incondicional, por enseñarme que todo lo que queremos lo podemos lograr con esfuerzo y dedicación; a mi hermana Joselyn Ocampo, porque siempre me ha demostrado que puedo contar con su apoyo; a mi sobrina, Mía Isabela; a mi suegra Nelly Vargas y a mi cuñado Stalin Campoverde, quienes me brindaron su apoyo para que pueda concluir con éxito mi carrera profesional; de manera especial a mi esposa Gissella Campoverde y a mi hijo David Sebastián, por estar a mi lado, ser esa base fundamental en mi vida y brindarme su amor.*

*Leonardo David Ocampo Vera*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios y a la Virgen María por guiar los pasos que doy en cada proyecto, por ser la luz en mi camino y mi fuerza en cada tropiezo.*

*De manera muy especial agradezco a la Escuela de Ingeniería Forestal, a los docentes, personal directivo y administrativo, muy particularmente al Ing. Eduardo Salazar y el Ing. Carlos Carpio, por ser excelentes personas quienes me han brindado una cálida amistad, por su tiempo y ayuda para lograr culminar este trabajo; de igual manera agradezco al señor Francisco Ocampo por su aporte desinteresado en esta investigación.*

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
ÍNDICE DE TABLAS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS .....	iii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	v
I. TÍTULO: DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES COMERCIALES DE LA PARROQUIA EL DORADO, CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PERTENECIENTE A LA PROVINCIA ORELLANA. ....	1
II. INTRODUCCIÓN .....	1
A. JUSTIFICACIÓN .....	2
B. OBJETIVOS .....	2
1. Objetivo General.....	2
2. Objetivos Específicos .....	2
C. HIPÓTESIS .....	2
1. Hipótesis nula H0.....	2
2. Hipótesis alternativa H1 .....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA .....	2
A. El bosque.....	2
B. Bosque secundario .....	2
C. Regeneración natural.....	4
D. Características Organolépticas De La Madera .....	4
E. Planos de observación de la madera: .....	8
F. Características Anatómicas.....	9
G. Las Tinciones .....	11
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	4
A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR .....	4
B. MATERIALES Y EQUIPOS.....	13

1.	Materiales de campo.....	13
2.	Materiales de laboratorio.....	13
3.	Materiales de oficina .....	13
C.	METODOLOGÍA .....	14
1.	Para cumplir con el primer objetivo: describir dendrológicamente las cinco especies forestales.....	14
2.	Determinar las características macro y microscópicas de la madera de las cinco especies forestales .....	15
3.	Comparar las características anatómicas de la madera de las cinco especies forestales.....	22
IV.	RESULTADOS.....	13
➤	Describir dendrológicamente las cinco especies forestales.....	13
➤	Determinar las características macro y microscópicas de la madera de las cinco especies forestales .....	25
	Análisis estadístico para determinar cuál es la mejor tinción para cada especie de acuerdo al corte transversal.....	51
	Análisis estadístico para los perímetros de las cinco especies.....	60
➤	Comparar las características anatómicas de la madera de las cinco especies forestales.....	67
V.	DISCUSIÓN .....	71
VI.	CONCLUSIONES .....	73
VII.	RECOMENDACIONES.....	75
VIII.	RESUMEN.....	76
IX.	SUMMARY .....	77
X.	BIBLIOGRAFÍA .....	78
XI.	ANEXOS .....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Nombre científico de las cinco especies .....	13
<b>Tabla 2.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones .....	51
<b>Tabla 3.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones .....	51
<b>Tabla 4.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) para los poros múltiples de 3 respecto a las tinciones.....	52
<b>Tabla 5.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones .....	52
<b>Tabla 6.</b> Datos transformados para poros múltiples de 2.....	53
<b>Tabla 7.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 3 respecto a las tinciones .....	53
<b>Tabla 8.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones .....	54
<b>Tabla 9.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) para los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones.....	54
<b>Tabla 10.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones .....	55
<b>Tabla 11.</b> Prueba de Kruskal Wallis para los poros solitarios .....	55
<b>Tabla 12.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones .....	56
<b>Tabla 13.</b> Prueba de Kruskal Wallis para poros múltiples de 3 .....	56
<b>Tabla 14.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones .....	57
<b>Tabla 15.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones .....	57
<b>Tabla 16.</b> Prueba de Kruskal Wallis para la balsa .....	58
<b>Tabla 17.</b> Prueba de Kruskal Wallis para capirona.....	58
<b>Tabla 18.</b> Prueba de Kruskal Wallis para guarumo .....	58
<b>Tabla 19.</b> Prueba de Kruskal Wallis para jacaranda .....	59
<b>Tabla 20.</b> Prueba de Kruskal Wallis para laurel .....	59

<b>Tabla 21.</b> Análisis de la varianza de acuerdo al número de poros de las cinco especies estudiadas.....	60
<b>Tabla 22.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) del número de poros respecto a las especies estudiadas .....	60
<b>Tabla 23.</b> Análisis de la varianza para el número de poros de acuerdo a las especies estudiadas con los datos normalizados con Log .....	60
<b>Tabla 24.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) .....	61
<b>Tabla 25.</b> Prueba de Tukey de acuerdo al número de poros observados de las cinco especies estudiadas .....	61
<b>Tabla 26.</b> Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo al perímetro de las cinco especies estudiadas.....	61
<b>Tabla 27.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) .....	62
<b>Tabla 28.</b> Shapiro-Wilks (modificado) .....	62
<b>Tabla 29.</b> Prueba de Tukey de acuerdo al perímetro de los poros solitarios de las cinco especies estudiadas .....	62
<b>Tabla 30.</b> Análisis de la varianza para los poros múltiples de acuerdo al perímetro de las cinco especies estudiadas .....	63
<b>Tabla 31.</b> Análisis de la Varianza (SC tipo III) .....	63
<b>Tabla 32.</b> Prueba de Tukey de acuerdo al perímetro de los poros múltiples de las cinco especies estudiadas .....	63
<b>Tabla 33.</b> <i>Características de las especies estudiadas según el tipo y cantidad de poros en 1 cm<sup>2</sup></i> .....	64
<b>Tabla 34.</b> <i>Morfología de los poros de cada especie estudiada</i> .....	65
<b>Tabla 35.</b> Determinación de la densidad para cada especie estudiada.....	66
<b>Tabla 36.</b> Estructuras observadas con los tres tintes en la sección transversal de las 5 especies estudiadas .....	67
<b>Tabla 37.</b> Estructuras observadas con los tres tintes en la sección radial de las 5 especies estudiadas .....	68
<b>Tabla 38.</b> Estructuras observadas con los tres tintes en la sección tangencial de las 5 especies estudiadas .....	68
<b>Tabla 39.</b> Resumen de las características macroscópicas de las 5 especies estudiadas .	69
<b>Tabla 40.</b> Resumen de las características microscópicas de las 5 especies estudiadas..	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa), corteza .....	26
<b>Figura 2.</b> <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa), corte tangencial .....	26
<b>Figura 3.</b> <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa), corte radial .....	26
<b>Figura 4.</b> <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa), corte transversal .....	27
<b>Figura 5.</b> Sección transversal de <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa).....	28
<b>Figura 6.</b> Sección tangencial de <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa).....	29
<b>Figura 7.</b> Sección radial de <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa).....	30
<b>Figura 8.</b> <i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo), corteza .....	31
<b>Figura 9.</b> <i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo), corte tangencial .....	31
<b>Figura 10.</b> <i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo), corte radial.....	32
<b>Figura 11.</b> <i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo), corte transversal .....	32
<b>Figura 12.</b> Sección transversal de <i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo).....	33
<b>Figura 13.</b> Sección tangencial de <i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo).....	34
<b>Figura 14.</b> Sección radial de <i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo) .....	35
<b>Figura 15.</b> <i>Cordia alliodora</i> (Laurel), corteza .....	36
<b>Figura 16.</b> <i>Cordia alliodora</i> (Laurel), corte tangencial .....	36
<b>Figura 17.</b> <i>Cordia alliodora</i> (Laurel), corte radial.....	37
<b>Figura 18.</b> <i>Cordia alliodora</i> (Laurel), corte transversal .....	37
<b>Figura 19.</b> Sección transversal de <i>Cordia alliodora</i> (Laurel).....	38
<b>Figura 20.</b> Sección tangencial de <i>Cordia alliodora</i> (Laurel).....	39
<b>Figura 21.</b> Sección radial de <i>Cordia alliodora</i> (Laurel) .....	40
<b>Figura 22.</b> <i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda), corteza.....	41
<b>Figura 23.</b> <i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda), corte tangencial .....	41
<b>Figura 24.</b> <i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda), corte radial .....	42
<b>Figura 25.</b> <i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda), corte transversal .....	42
<b>Figura 26.</b> Sección transversal de <i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda) .....	43
<b>Figura 27.</b> Sección tangencial de <i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda) .....	44
<b>Figura 28.</b> Sección radial de <i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda).....	45
<b>Figura 29.</b> <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona), corteza .....	46
<b>Figura 30.</b> <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona), corte tangencial .....	46
<b>Figura 31.</b> <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona), corte radial.....	47
<b>Figura 32.</b> <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona), corte transversal .....	47

<b>Figura 33.</b> Sección transversal de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona).....	48
<b>Figura 34.</b> Sección tangencial de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona).....	49
<b>Figura 35.</b> Sección radial de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona) .....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo a las tinciones ....	82
<b>Anexo 2.</b> Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para los poros solitarios, múltiples de 2 y múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones .....	82
<b>Anexo 3.</b> Análisis de la varianza para los poros múltiples de 2 de acuerdo a las tinciones .....	82
<b>Anexo 4.</b> Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para los poros solitarios, múltiples de 2 y múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones .....	82
<b>Anexo 5.</b> Análisis de la varianza para los poros múltiples de 3 de acuerdo a las tinciones .....	82
<b>Anexo 6.</b> Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para los poros solitarios, múltiples de 2 y múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones .....	83
<b>Anexo 7.</b> Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo a las tinciones ...	83
<b>Anexo 8.</b> Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para los poros solitarios, múltiples de 2 y múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones .....	83
<b>Anexo 9.</b> Análisis de la varianza para los poros múltiples de 3 de acuerdo a las tinciones .....	83
<b>Anexo 10.</b> Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para los poros solitarios, múltiples de 2 y múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones .....	83
<b>Anexo 11.</b> Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo a las tinciones .	83
<b>Anexo 12.</b> Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para el numero de poros, de acuerdo a las especies .....	84
<b>Anexo 13.</b> Análisis de la varianza para los poros múltiples de 2 de acuerdo a las tinciones .....	84
<b>Anexo 14.</b> Luego de las transformaciones según Shapiro-Wilks .....	84
<b>Anexo 15.</b> Análisis de la varianza para los poros múltiples de 3 de acuerdo a las tinciones .....	84
<b>Anexo 16.</b> Análisis de la varianza para los poros múltiples de 2 de acuerdo a las tinciones .....	84
<b>Anexo 17.</b> Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo a las tinciones .	84
<b>Anexo 18.</b> Análisis de la varianza para los poros múltiples de 2 de acuerdo a las tinciones .....	85

<b>Anexo 19.</b> Dimensionado de los cubos 2cm <sup>2</sup> .....	86
<b>Anexo 20.</b> Ablandamiento de las muestras en autoclave .....	86
<b>Anexo 21.</b> Corte de las muestras en el micrótopo .....	86
<b>Anexo 22.</b> Láminas de las secciones de la madera .....	87
<b>Anexo 23.</b> Tintes utilizados .....	87
<b>Anexo 24.</b> Tinturado de las láminas de madera.....	88
<b>Anexo 25.</b> Placas con las muestras tinturadas .....	88
<b>Anexo 26.</b> Observación y registro de las muestras.....	88
<b>Anexo 27.</b> Tabla de color de Munsell.....	89
<b>Anexo 28.</b> Muestras de 30 cm para la xiloteca de <b>a.</b> <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa) <b>b.</b> <i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo) <b>c.</b> <i>Cordia alliodora</i> (Laurel) <b>d.</b> <i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda) <b>e.</b> <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona) .....	89
<b>Anexo 29.</b> Montaje de las cinco especies .....	90
<b>Anexo 30.</b> Corte transversal de <i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa) 4x .....	91
<b>Anexo 31.</b> Corte transversal de <i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo) 4x .....	91
<b>Anexo 32.</b> Corte transversal de <i>Cordia alliodora</i> (laurel) 4x.....	92
<b>Anexo 33.</b> Corte transversal de <i>Jacaranda copaia</i> (jacaranda) 4x .....	92
<b>Anexo 34.</b> Corte transversal de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona) 4x .....	93
<b>Anexo 35.</b> <i>Corte transversal de Ochroma pyramidale (Balsa) 4x en 1cm<sup>2</sup></i> .....	93
<b>Anexo 36.</b> Corte transversal de <i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo) 4x en 1cm <sup>2</sup> .....	94
<b>Anexo 37.</b> Corte transversal de <i>Cordia alliodora</i> (laurel) 4x en 1cm <sup>2</sup> .....	94
<b>Anexo 38.</b> Corte transversal de <i>Jacaranda copaia</i> (jacaranda) 4x en 1cm <sup>2</sup> .....	95
<b>Anexo 39.</b> Corte transversal de <i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona) 4x en 1cm <sup>2</sup> ...	95
<b>Anexo 40.</b> Códigos de ubicación de las muestras en el herbario y xiloteca de la ESPOCH .....	96

# **I. TÍTULO: DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES COMERCIALES DE LA PARROQUIA EL DORADO, CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA, PERTENECIENTE A LA PROVINCIA ORELLANA.**

## **II. INTRODUCCIÓN**

El Ecuador es un país pequeño en términos de extensión territorial pero cuenta con una gran diversidad biológica de especies animales y vegetales (Mittermeier & Goettsch, 1997).

La diversidad forestal, misma que está íntimamente relacionada con los ecosistemas boscosos es una de las principales fuentes de ingresos en todo el país (Cordero, 2007).

La madera es el principal material utilizado en la industria para la elaboración de diversos productos, pero el desconocimiento y la poca información que se ha generado sobre las características anatómicas de la madera, especialmente de las especies comerciales de la Amazonía del Ecuador origina que en la mayoría de las veces se recurra al uso improvisado de las mismas, lo que repercute en un bajo rendimiento durante su vida útil ya que no reúnen las especificaciones requeridas para las aplicaciones a las que se destina (Pérez & Quintanar, 1994).

Todas las características que presenta la madera sean estas organolépticas, macroscópicas microscópica y de forma general, son muy importante puesto que influye en su selección para los diferentes usos que se le pudiesen dar garantizando la obtención de mejores productos y nos ayudara a optimizar los recursos en la fabricación de los mismos.

## **A. JUSTIFICACIÓN**

Actualmente la información con la que se cuenta en Ecuador sobre estas especies forestales es limitada, especialmente de las características anatómicas, lo que conlleva a realizar un aprovechamiento empírico; es decir basado únicamente en la experiencia, sin un fundamento científico que permita aprovechar al máximo el uso de las mismas. Con esta investigación se pretende aportar información de calidad sobre la anatomía de la madera para el aprovechamiento forestal de estas especies, ya que resulta ser un estudio nuevo, será de mucha utilidad como información inicial para posteriores investigaciones.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo General**

Describir las características anatómicas de la madera de cinco especies comerciales de la parroquia el Dorado, cantón Francisco de Orellana, perteneciente a la provincia Orellana.

### **2. Objetivos Específicos**

- ✓ Describir dendrológicamente las cinco especies forestales
- ✓ Determinar las características macro y microscópicas de la madera de las cinco especies forestales
- ✓ Comparar las características anatómicas de la madera de las cinco especies forestales.

## **C. HIPÓTESIS**

### **1. Hipótesis nula H0**

Las características anatómicas de la madera de las cinco especies comerciales no son iguales.

### **2. Hipótesis alternativa H1**

Por lo menos una de las características de la madera de las cinco especies comerciales es igual.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **A. El bosque**

El bosque es uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta el Ecuador para su desarrollo; conformado por árboles, arbustos y demás especies vegetales y animales resultado de un proceso ecológico espontáneo que con el cual se interrelacionan otros recursos (Barrantes et al., 2001).

Los bosques han cambiado y evolucionado de distintas maneras en distintas regiones del mundo en función del crecimiento de las poblaciones humanas. Los bosques aportan a la población recursos, entre ellos una fuente renovable de energía. Para que la economía mundial resulte sostenible, en todo el mundo deben adoptarse principios, políticas y prácticas de utilización de la tierra colectivamente conocidas como manejo forestal sostenible. El volumen neto de anhídrido carbónico presente en la atmósfera disminuirá mientras se planten árboles nuevos en sustitución de los ya usados (FAO, 2012).

Según Navarrete (2005), manifiesta que, la Amazonía ecuatoriana u Oriente, que ocupa los territorios ubicados al este de Los Andes bajo los 1.300 m. de altitud, la cual solo representa el 2% de toda la cuenca amazónica, parte de ésta es una verdadera planicie con áreas inundadas permanente o estacionalmente, mientras que en la otra porción la topografía es irregular con una serie de colinas inclinadas.

#### **B. Bosque secundario**

Según la FAO (2004), define al bosque secundario como un bosque que se regenera de manera natural de una vegetación forestal originaria después de haber sufrido alguna perturbación ya sea de origen antrópico o natural.

El uso y el potencial económico de un bosque secundario se ve condicionado por las circunstancias ecológicas donde se desarrolla dicho bosque; por el uso y manejo que éste ha recibido; por la fase de sucesión en la que se estable aprovechar los productos que brinda el bosque ya sean estos maderables o no maderables. Además, el bosque secundario

también pudiera jugar un papel en la recuperación del suelo y preparación para un nuevo ciclo agrícola (Henao et al., 2015).

### **C. Regeneración natural**

La FAO (2010), define al Bosque de regeneración natural como un bosque compuesto principalmente por árboles que han crecido por regeneración natural.

A la regeneración natural se la debe considerar como la clave para el manejo sostenible. De esta manera se garantiza un buen aprovechamiento y el reemplazo de los individuos para preservar el bosque. Desde el punto de vista forestal, los tratamientos silviculturales pueden ser importantes a mediano y largo plazo en el incremento de volumen de especies maderables de interés comercial (Mostacedo & Fredericksen, 2001).

### **D. Características Organolépticas De La Madera**

Según Rodríguez & Sibille (1996), manifiestan que las características organolépticas son todas aquellas apreciables por los sentidos ya sean: el color, olor, sabor, brillo, grano, textura y veteado.

#### **El Color**

Según Hoadley (1990), el color es probablemente lo que se descubre al observar una pieza de la madera. Es importante conocer si la porción de madera es de la albura o el duramen. Por lo general el duramen presenta un color oscuro; pero no siempre se cumple esto ya que los colores claros también pueden estar presente en el duramen y la albura.

Aguilar & Guzowski (2012), mencionan que: la belleza natural de la madera se ve en su color, diseño, olor y brillo. Características que le confieren un ambiente de armonía, al sitio donde se ha utilizado la madera. Los pigmentos contenidos en las células, de las proporciones de lignina y celulosa y del grado de mineralización le darán el color natural a la madera. De igual manera la influencia de la luz y del oxígeno.

Kollmann (1959), indica que es una característica que presenta la madera, pero muy poco segura para reconocerla. Inicialmente, casi todas las maderas presentan un color que varía de un blanco amarillento a un rojizo o pardo; a medida que el duramen se forma los tonos se hacen más oscuros motivo por el cual se observan las diferencias entre la albura y el duramen de mejor manera. Esta característica del color puede cambiar por los tratamientos superficiales que se le realice.

Rodríguez & Sibille (1996). Sugieren observar los colores que la madera presenta comparándolos con la ayuda de la Tabla Munsell, para precisar un color más exacto.

## **El Olor**

La madera recién cortada tiene un olor fuerte como almacenada, que está ocasionado por la presencia de sustancias en la madera ya sean estas resinas, ceras, trementinas y grasas, mismas que se volatilizan al ser cortada la madera por lo que va perdiendo su olor (Nutsch, 1996).

Hoadley (1990), considera que: el olor es una característica de identificación muy importante y distintiva entre las especies. Existe especies que presentan olores muy agradables y fáciles de reconocer pero esto varía con la capacidad de detección de las personas, además estos olores son percibidos de mejor manera cuando la muestra es fresca; mientras que en las muestras secas característica desaparece paulatinamente, pero al realizarse un corte si se puede distinguir su olor esto mejora si se humedece un poco la zona cortada.

Aguilar & Guzowski (2012), establecen que: el olor, es una destacada característica organoléptica que permite diferenciar los distintos tipos de madera. La madera recién cortada tiene olor fuerte como, también, la almacenada que se va produciendo por la evaporación lenta de los aceites, resinas y esencias contenidas en la madera. Normalmente, el buen olor indica madera sana y el olor desagradable síntoma de alteración. Hay maderas de exquisito olor como el Incienso, así como también algunas de olor muy desagradable como el Laurel Negro que limita sensiblemente su uso. En el caso del Timbó genera un olor picante al cortarlo por la liberación de toxinas que obligan, necesariamente, el uso de protectores nasales.

## **El Sabor**

León & Espinosa (2001), mencionan que: el sabor de la madera se debe a la presencia de sustancias de infiltración; por tal razón es más notorio cuando la madera está fresca o recién cortada y más distintivo en el duramen que en la albura. Tampoco la considera como una característica muy importante en la identificación ya que depende de la exposición a la que la madera este sometida para presentar variaciones. La especie *Cedrela odorata* (Meliaceae) posee un sabor característico el cual define el nombre vulgar que se le da en algunas regiones: cedro amargo.

Aguilar & Guzowski (2012), suponen que: esta característica está vinculada al olor ya que las sustancias responsables de ambos son las mismas.

## **El Lustre o brillo**

Según Tuset & Duran (1979), expresan que: esta característica dependen de la capacidad que tiene la pared celular de reflejar la luz; por ende las caras radiales presentan un mejor lustre comparándolas con las tangenciales.

Hoadley (1990), propone que el lustre es una medida de reflejo de luz y que esta varía de una especie a otra y también depende con la dirección del grano en la muestra. También indica que la madera exhibe más brillo en la superficie radial por la exposición de los radios.

## **El Grano**

Hoadley (1990), menciona que esta característica describe la dirección de las células longitudinales dominantes en el árbol.

Según Tuset & Duran (1979), sugieren que esta característica es muy importante ya que nos da la pauta de la facilidad que tiene la madera a ser trabajada e influye en la resistencia mecánica. Se distinguen diferentes tipos de grano:

**Grano recto:** cuando los elementos se disponen en forma paralela al eje del árbol facilitando el trabajo y proporcionando buena resistencia aunque de manera estética no brinda gran atractivo;

**Grano inclinado:** cuando los elementos se disponen con cierto ángulo al eje del árbol presenta menor resistencia y dificulta el trabajo;

**Grano espiralado:** presentan una dirección en forma de espiral y su sentido puede tomar cualquier dirección;

**Grano entrecruzado:** los elementos anatómicos forman un ángulo respecto al eje del árbol, y dicha inclinación va en sentido opuesto y alternado en cada anillo de crecimiento;

**Grano crespo:** los elementos continuamente presentan diferente dirección en sentido longitudinal con diferente intensidad, esta madera es muy difícil de trabajar pero presenta atractivos diseños;

**Grano irregular:** se evidencia como consecuencia de heridas, en nudos o bifurcaciones del árbol.

## **La Textura**

Chaparro (2011), menciona que la textura hace referencia a la impresión visual producida por las dimensiones, distribución y porcentaje de los elementos estructurales en la madera.

Según Tuset & Duran (1979), señalan que es el tamaño de los diferentes elementos anatómicos que podemos encontrar en la madera, motivo por el cual se distinguen tres tipos: gruesa, mediana y fina.

León & Espinoza (2001), afirman que la madera tiene una textura gruesa cuando presentan poros grandes, gran cantidad de parénquima y radios anchos. Y una textura fina aquellas maderas que presentan poros pequeños, radios finos y escaso parénquima.

## **El Veteado**

Chaparro (2011), indica que es la figura que se aprecia en los cortes longitudinales y que producen las diferentes tonalidades de la madera en los anillos.

## **E. Planos de observación de la madera:**

León & Espinoza (2001), sugieren que para poder observar las características anatómicas de la madera se deben conocer los diferentes planos de corte.

### **Plano transversal**

Rodríguez & Sibille (1996), definen este plano como: Corte X, se lo realiza perpendicular al eje longitudinal del tronco.

En este plano se puede observar los anillos de crecimiento y las características que estos presentan como el ancho del anillo, también se puede evidencian la madera temprana y la tardía con su respectiva transición (Hoadley, 1990).

León & Espinoza (2001), mencionan que: también se puede observar la porosidad, la disposición y agrupación conjuntamente con el tamaño que presentan los poros. De igual forma se puede observar el parénquima y el tamaño de los radios. Entre otras claras características como la coloración que presenta el duramen y albura.

### **Plano radial**

Rodríguez & Sibille (1996), definen a este plano como: Corte R, se realiza paralelo a los radios y perpendicular a los anillos de crecimiento.

En este plano es fácil observar el tamaño de los radios, así como el tipo de grano y el brillo de la madera (León & Espinoza, 2001).

### **Plano longitudinal**

Rodríguez & Sibille (1996), lo catalogan como: Corte T, y se realiza tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular a los radios.

En este plano los radios son visibles cuando son de tamaño mediano a grande, se los observa como pequeñas líneas oscuras que se extienden longitudinalmente (Hoadley, 1990).

## **F. Características Anatómicas**

### **El Parénquima**

Rodríguez & Sibille (1996), aseguran que es un tejido generalmente más claro en comparación con el tejido fibroso, con células cortas y paredes delgadas con la función el almacenar, distribuir y segregar carbohidratos de igual forma produce algunas sustancias orgánicas. Se encuentran a lo largo del eje del árbol. Se lo puede observar a simple vista o con la ayuda de un lente o lupa en la sección transversal. Es muy importante tomar en cuenta la agrupación que presenta en la madera al momento de la identificaron. Se encuentran los siguientes tipos de parénquima:

Según Tuset & Duran (1979), el parénquima está formado por células que presentan una pared celular fina y lumen grande lo que le permite almacenar sustancias de reserva. Se lo puede apreciar como bandas de tejido más claro y blando que en algunas ocasiones rodea a los poros y en otras simplemente pasa entre ellos.

### **Los Radios**

Tuset & Duran (1979), definen a los radios como un conjunto de células dispuestas en fila, que son producidas por el cambium y se extienden radialmente a través del leño y del líber. Se disponen en forma transversal y en algunos casos pueden ser observados a simple vista.

### **Los Anillos de Crecimiento**

Tuset & Duran (1979). Menciona que en un corte transversal de una conífera se pueden observar anillos concéntricos de diferente coloración y de manera alternada. Los cuales se van formando con el paso del tiempo año tras año. Cada anillo anual está formado por dos bandas: una de color claro denominada leño temprano que se ha formado al iniciar el periodo de crecimiento y otra de color más oscuro menos ancho denominado leño tardío.

Mismo que se ha formado al terminar el periodo de crecimiento. En las latifoliadas se puede diferenciar los anillos de crecimiento por la presencia de bandas concéntricas las cuales están formadas por orificios de reducido tamaño pero que pueden ser observados a simple vista; estos corresponden a la madera formada al inicio de la estación de crecimiento. Así mismo se observa otra banda formada por menos orificios y de menor tamaño los que corresponden al leño tardío. A estos orificios se les conoce como poros o vasos leñosos.

### **Los Poros**

Rodríguez & Sibille (1996), denominan así a la sección transversal de un vaso, de una traqueida vascular, tomando el aspecto de pequeños orificios. Se ha realizado la clasificación de los poros de acuerdo al número en que se los puede encontrar: **Poros solitario**. Aquel poro que únicamente está rodeado por elementos de otro tipo, no por otros poros o junto a estos. **Poros múltiple**, aquellos poros que se encuentran agrupados entre dos a más poros.

De igual forma se los puede clasificar de acuerdo al tamaño que estos presenten: **Poros grandes** son aquellos que los podemos observar a simple vista. **Poros medianos** aquellos de menor tamaño que se los observa con dificultad por lo que se recomienda el uso de una lupa. **Poros pequeños** únicamente se los puede observar utilizando una lupa de 10X. **Poros muy pequeños** aquellos que nos resultan difícil observar aun con la ayuda de la lupa (Rodríguez & Sibille, 1996).

### **La Porosidad**

Según Rodríguez & Sibille (1996), está determinada por el tamaño y la distribución de los poros en los anillos de crecimiento. Se clasifica en: **Porosidad difusa**. En este tipo de porosidad la distribución de los poros se encuentra uniformemente por todo el anillo de crecimiento, **Porosidad circular** se define un anillo debido al tamaño que presentan los poros en el leño temprano ya que estos son más grandes que en el tardío. **Porosidad semicircular**. Debido a la disminución gradual en el tamaño.

## **Las Punteaduras**

Álvarez & Fernández (1992), afirman que tiene gran importancia por la contribución al flujo de agua. Las punteaduras de paso entre los vasos y los radios son diferentes en tamaño, forma y disposición a las que se encuentran en elementos longitudinales. Estas punteaduras resultan más pequeñas que las de especies coníferas.

## **G. Las Tinciones**

Vázquez et al., (2011), manifiesta que la tinción es un método sencillo para incrementar el contraste entre la célula y su entorno y por lo tanto contribuye a mejorar la imagen observada. Las técnicas de tinción con diversos colorantes facilitan la observación al aumentar notablemente el contraste.

Las tinciones generales se basan en el uso de colorantes, sustancias con las cuales se logran colorear los tejidos. Los colorantes que habitualmente se manipulan son hidrosolubles mismos que se unen a ciertas moléculas por afinidad electro-químicas y se utilizan para teñir células y componentes tisulares para mejorar la observación bajo el microscopio (Megías et al., 2016).

Se pueden utilizar dos tipos de procedimientos, la tinción positiva es la más acostumbrada, en ella un colorante se une a ciertas estructuras microbianas. Todos los colorantes utilizados en microbiología presentan grupos cromóforos, responsables del color mediante la unión a estructuras celulares por lo general por enlaces iónicos. Por otra parte, en la tinción negativa se utilizan compuestos que no ingresan en las células sino que impregnan el medio circundante (Vázquez et al., 2011).

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR**

#### **1. Localización del sitio**

El lugar donde se realizó la presente investigación está ubicado en la parroquia el Dorado perteneciente al cantón Francisco de Orellana en la provincia de Orellana en el kilómetro 8 vía El Auca. Margen izquierdo.

#### **2. Ubicación geográfica**

Región: Amazonía

Relieve general: Tierras bajas

Coordenadas Geográficas: 0°30'9,22''S y 76°56'5,73''W.

Altitud: 290 m.s.n.m.

#### **3. Condiciones climáticas**

Precipitación promedio anual: 3277,4 mm. INAMHI (2016)

Temperatura promedio de 26,2 °C. INAMHI (2016)

Humedad relativa del 94%. INAMHI (2015)

#### **4. Clasificación ecológica**

Según MAE (2013), en el Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental, establecen el sitio de estudio como bosque siempre verde de tierras bajas del Napo-Curaray.

## **B. MATERIALES Y EQUIPOS**

### **1. Materiales de campo**

Libreta de campo, lápiz, borrador, pintura en spray, cinta métrica, GPS, cámara fotográfica, motosierra, forcípula, hipsómetro

### **2. Materiales de laboratorio**

Guantes de manipulación, pinzas de manipulación, placas porta y cubre objetos, esmalte transparente, alcohol industrial, recipientes plásticos (tarrina transparente), agua destilada, papel absorbente, papel aluminio, cajas Petri, marcador de vidrio, autoclave, microscopio, micrótopo rotatorio Spencer, tabla de Munsell, probeta de 50 ml, tintes (verde brillante, orceina A, orceina B), balanza digital. Para el herbario se requiere: prensa de madera, papel periódico, correas, cartulinas formato A3, goma diluida.

### **3. Materiales de oficina**

Computadora, lupa, estilete, impresora, hojas de papel bond; Programas informáticos: ArcGIS 10.5, Motic Plus 2.0.

## C. METODOLOGÍA

### 1. Para cumplir con el primer objetivo: describir dendrológicamente las cinco especies forestales

#### **Recolección de las especies**

Para lograr esta fase fue importante identificar, delimitar y georreferenciar el área de la cual se obtuvo las especies; ya que muchas especies pueden presentar comportamientos diferentes en otros lugares o simplemente no se desarrollan en otras condiciones. Con la utilización del GPS (Garmin, EE.UU.) se registraron las coordenadas correspondientes de los individuos a ser analizados, cuatro diferentes muestras por cada especie. Las especies con las que se realizó esta investigación fueron: Balsa, Guarumo, Jacaranda, Laurel y Capirona. Para la selección de los individuos se aplicó un DCA (diseño completamente al azar).

Una vez identificados los individuos, se obtuvieron las muestras correspondientes de las partes aéreas como: hojas, flores y frutos. De igual forma se obtuvo muestras del fuste o en su defecto de una rama bastante representativa.

Posteriormente las muestras obtenidas de la parte aérea del árbol de las cinco especies, fueron colocadas individualmente en una hoja de papel periódico doblada por la mitad, mismas que se ubicaron en una prensa de madera con el propósito de ser secadas correctamente y poder transportarlas con mayor facilidad. Las hojas de papel periódico debieron ser cambiadas diariamente para continuar con el proceso de secado y evitar la pudrición o la presencia de hongos en las muestras, entorpeciendo el reconocimiento. Para la identificación botánica, las muestras se llevaron al herbario de la ESPOCH (CHEP) y al herbario de la Universidad Católica en la ciudad de Quito (QCA) para su identificación.

#### **Montaje de las muestras**

Una vez identificadas botánicamente las especies en los respectivos herbarios, las muestras pasaron por el proceso de montaje para que las mismas reposen en el herbario de la ESPOCH (CHEP). Para ejecutar este proceso las muestras debieron estar completamente

secas, mismas a las que se aplicó una solución de goma disuelta en agua en relación 1:1 para posteriormente ser fijadas en el centro de un formato A3 debidamente numerado, se retiró con un paño húmedo el exceso de goma, se anexó una etiqueta con información necesaria de la especie, se ubicó el formato A3 con la muestra en una superficie plana, se colocó papel secante sobre la muestra y se puso un peso para hacer presión, logrando que la muestra se fije correctamente, se anexó un código para interrelacionarlo con la muestra de madera de la xiloteca de la escuela de Ingeniería Forestal, finalmente, se secó por completo y se archivó para que puedan ser consultadas en posteriores investigaciones.

## **2. Determinar las características macro y microscópicas de la madera de las cinco especies forestales**

### **Dimensionado de las muestras para los diferentes análisis**

Para determinar las características macroscópicas de las especies, el tamaño de las probetas será esencial para una buena observación.

Según la norma COPANT 458 (1972). Las probetas serán de 5 x 5 x 10 cm de acuerdo a lo que se vaya a determinar. Y para el análisis de las características microscópicas las dimensiones serán de 2 x 2 x 2 cm.

Para el análisis de las características microscópicas se mantuvieron las dimensiones de la norma COPANT 458, ya que son muy adecuadas para ser trabajadas en el micrótopo, para el análisis macroscópico (características organolépticas) las dimensiones que se establecieron fueron: de 2 x 9 x 15 cm de espesor, ancho y largo respectivamente ya que resultan suficiente para la apreciación de dichas características.

### **Dimensionado de las muestras para la xiloteca**

De cada especie en estudio, se escogió una troza de 30 cm. Misma a la que se seccionó 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 retiró el 25% aproximadamente de forma longitudinal y de la tercera sección se retiró el 50 % aproximadamente (longitudinalmente). Para lograr obtener una muestra similar a una escalera para poder observar la madera de cada especie.

### **Análisis de las características macroscópicas**

Para determinar las características organolépticas que presenta la madera, se utilizaron los sentidos:

- ✓ Vista: para observar el color, se utilizó la Tabla de color Munsell; el brillo, alto, medio y bajo; y el veteado, arcos superpuestos, jaspeado, satinado, en bandas paralelas, líneas vasculares; el grano, recto, inclinado, entrecruzado, ondulado.
- ✓ Olfato: para identificar los olores fragantes, desagradables, astringentes, ausentes o no distintivos.
- ✓ Gusto: para reconocer los sabores dulces, amargos, agrios, picantes, ausentes o no distintivos de cada especie
- ✓ Tacto: para sentir la textura media, gruesa y fina.

### **Análisis de las características microscópicas**

Para este análisis se llevaron a cabo varias fases:

#### **Ablandamiento de la madera (cubos)**

Los cubos de madera (2 x 2 x 2 cm) se colocaron en recipientes de plástico autoclavables con agua destilada hasta que éstos se cubran por completo, para lograr el correcto ablandamiento de las muestras, estos recipientes estuvieron debidamente etiquetados, sin taparse.

Los recipientes con las muestras fueron puestos dentro del autoclave (Biobase, USA) a una presión de 0,15 MPa, y una temperatura de 121 °C. Dada la dureza de la madera las muestras se sometieron a diferentes ciclos hasta lograr su ablandamiento.

De acuerdo a la dureza de la madera de estas especies los ciclos de ablandado variaron entre 1 y 6 ciclos; siendo 1 ciclo para las madera más blandas y 6 para la más dura. Para lograr obtener buenos cortes algunas especies también se sometieron a un proceso de hidratación por 24 horas y posteriormente al congelamiento durante 1 hora para finalmente realizar el laminado de las muestras.

### **Laminado de los cubos**

Una vez alcanzado el nivel necesario de ablandado, las muestras se enfriaron para posteriormente ser llevadas al micrótopo (Spencer 820, Alemania) y realizar los cortes necesarios de las secciones radial, tangencial y transversal. Las láminas de madera cortadas en el micrótopo tuvieron un espesor de 0,3 micras. Las láminas obtenidas se colocaron en cajas Petri debidamente etiquetadas.

Si se requiere, los cubos de madera de las cinco especies pueden almacenarse por varios días, siempre y cuando se mantengan en refrigeración a una temperatura de 4 °C totalmente sumergidos en el agua con que fueron ablandadas.

### **Tinturado de las láminas**

Se prepararon las tinciones de orceina A, orceina B y verde brillante al 1%.

#### **Orceina A**

Para obtener 100 ml de este tinte se mezcló:

1 g de orceina

45,8 ml de ácido acético

8,3 ml de ácido clorhídrico

45,8 ml de agua destilada

#### **Orceina B**

Para obtener 55 ml de este tinte se mezcló:

0,45 g de orceina

27,5 ml de ácido acético

27,5 ml de agua destilada

**Verde brillante**

Para obtener 50 ml de este tinte se mezcló:

12,5 g del colorante

6,25 ml de alcohol

12,5 ml de ácido fosfórico

31,25 ml de agua destilada

Los tres tintes se filtraron para eliminar grumos en la solución, con la ayuda de papel filtro, el mismo que se colocó en un embudo de vidrio y se recibió la solución en un vaso de precipitación.

Se separó una pequeña cantidad de cada tinción en una caja Petri, para evitar la contaminación de toda la solución, este proceso se lo realizó para cada especie.

Posteriormente se sumergieron por completo cada una de las láminas en la respectiva tinción durante 30 segundos, luego se retiró el exceso de la solución de cada lamina con la ayuda de papel absorbente.

**Observación de las estructuras**

Se colocaron las láminas tinturadas en las placas porta objetos con su respectivo cubreobjetos y se sellaron con esmalte transparente, para evitar que la muestra se contamine o dañe y pueda ser observada en próximas ocasiones. Se obtuvo 3 placas tinturadas por cada corte (radial, tangencial y transversal), un total parcial de 9 placas por cada repetición, como se realizaron 4 repeticiones (individuos diferentes), se obtuvo un total de 36 placas por cada especie.

Se observó bajo el microscopio (Quilmes motic, China) cada placa con los lentes de 4x y 10x. Luego, se realizó el registro fotográfico de cada sección (varias fotografías), con la cámara de 2 MP incorporada en el microscopio, se identificó las estructuras en cada uno de los cortes, en la sección transversal se observó los poros solitarios y múltiples, la porosidad, presencia de tílido, el parénquima y los radios; en la sección radial se observó los miembros de vasos, fibras, parénquima, punteaduras, traqueidas y vasos; en la sección tangencial se observó los vasos, fibras, parénquima, punteaduras y radios. Con ayuda del programa MOTIC PLUS 2.0, se realizó las mediciones de perímetro de los poros. Para esto

se calibró el software utilizando una imagen capturada con una buena calidad de acuerdo a nuestro criterio, con el asistente de calibración establecida en el software, para cada lente objetivo, en relación micrómetro/pixel.

Para la medición de los perímetros se analizaron cinco especies con cuatro individuos (repeticiones) por cada una. Ésta medición, se la realizó observando tres placas tinturadas con: orceina A, orceina B y verde brillante; por cada tinción, se seleccionaron 5 fotografías capturadas con lente de 10X (se promediaron los resultados).

La disposición, forma y cantidad de poros solitarios y múltiples, se determinó al delimitar 1 cm<sup>2</sup> en la placa de corte transversal, de la cual se registraron 42 campos ópticos capturados con el lente de 4X. La forma de los poros fue interpretada de forma subjetiva comparándose con las formas geométricas.

### **Análisis Estadístico**

Para este análisis se trabajó con cinco fotografías del corte transversal de cada tinte y por cada repetición, capturadas con el lente de 10x, en una hoja de Excel se registró: el nombre de la especie, el número de repetición, el tinte utilizado, el número o nombre de la fotografía, el número de poros, el perímetro de cada poro y el tipo de poros (solitario o múltiple) de cada fotografía, luego se obtuvo los resultados parciales promediando los datos obtenidos, y se elaboró una tabla resumen. Se aplicó un diseño completamente al azar.

### **Determinación del mejor tinte**

Se establecieron dos métodos para lograr determinar de forma estadística, cuál es el mejor tinte para observar las estructuras del corte transversal.

#### **Método 1**

De todos los datos registrados se elaboró una tabla resumen, de la cual se seleccionaron únicamente los siguientes datos: el nombre de la especie, el número de repetición (4), el

tinte utilizado (orceina A, orceina B, verde brillante), el número promedio de poros y el tipo de poros (solitario o múltiple) por cada tinte en cada repetición.

Se realizó un análisis estadístico con las tablas resumen de cada estudio, ejecutándose un ANOVA y verificándose la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro-Wilks, cuando los datos no se normalizaron se realizó transformaciones con log base 10, logaritmo natural y raíz, nuevamente se realizó la prueba de Shapiro-Wilks, se verificó que esta vez los datos ya se normalicen. Cuando los datos no resultasen normales se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis. Para comprobar diferencias significativas entre los tratamientos se ejecutó la prueba de Tukey, cuando los datos se lograron normalizar.

## **Método 2**

En esta ocasión se hizo un análisis más subjetivo, determinado por la calidad de la fotografía, es decir, se codificó cada fotografía con cero (0) y uno (1); de acuerdo a la calidad de las estructuras que se podían encontrar en cada una; si se observaba correctamente se daba un valor de 1, caso contrario 0.

Se elaboró una tabla por cada especie, en la que se registró el tratamiento (cada tinción), la repetición (de 1 a 4), el número de foto (de acuerdo a la calidad de la fotografía 1 o 0) y el valor final por cada repetición (sumatoria de las cinco fotografías).

Para el análisis estadístico se consideró los tratamientos y el valor final, se realizó la prueba de Kruskal-Wallis, ya que es un análisis de varianza no paramétrico.

## **Medición de perímetros**

Para este análisis se seleccionaron los datos de una sola tinción, para todas las especies ya que no presentan diferencia significativa entre los tintes.

La tabla con la que se trabajó contiene los datos de especie, repetición (1-4), número de poros (promedio por cada repetición), perímetro de poros tanto solitarios como múltiples.

Se realizó el análisis de varianza ANOVA considerando al número de poros, perímetro de poros solitarios y perímetro de poros múltiples como variables dependientes y la tinción

como variable de clasificación, se ejecutó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks para determinar que los datos son normales, pero para el número de poros no resultaron normales por lo que se realizó la transformación de los datos para que estos finalmente se normalicen, se consideró la transformación con log base 10, y ejecutando la prueba de Tukey se distinguieron tres (3) categorías de acuerdo al número de poros observados.

De acuerdo al tamaño delimitado por el perímetro de los poros tanto solitarios como múltiples, en la prueba de Tukey de igual manera se observan tres (3) categorías.

### **Observación de las estructuras de los cortes radial y tangencial**

Al igual que en el corte transversal, se obtuvieron tres (3) láminas con cada tinción para el corte radial y tres (3) para el corte tangencial, en total seis (6) láminas por cada repetición, se observaron bajo el microscopio y se registró las estructuras observadas.

### **Determinación de la densidad**

Se procedió a pesar un cubo de madera de 2 cm<sup>3</sup> de cada especie en una balanza digital, se determinó un volumen de agua inicial.

Se introdujo el cubo de madera en el volumen de agua inicial

Luego de que el cubo de madera se precipite, se lo retiró y se volvió a pesar obteniéndose un peso final, de igual forma se midió el volumen de agua final.

Con la diferencia de valores iniciales y finales de masa y volumen, se procedió a calcular la densidad aplicándose la fórmula de la misma.

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

Donde;  $\rho$  = densidad,  $m$  = masa,  $v$  = volumen

**3. Comparar las características anatómicas de la madera de las cinco especies forestales.**

Se elaboró una tabla comparativa registrándose todas las características anatómicas que presenta cada especie y se estableció diferencia o similitud

#### IV. RESULTADOS

##### ➤ Describir dendrológicamente las cinco especies forestales

**Tabla 1.** Nombre científico de las cinco especies

Nombre científico	Familia	Nombre común
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Benth.) Hook.	Rubiaceae	Capirona
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.)	Boraginaceae	Laurel
<i>Ochroma pyramidale</i>	Malvaceae	Balsa
<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae	Jacaranda
<i>Cecropia marginalis</i> Cuatrec.	Urticaceae	Guarumo

**Fuente:** Trópicos (2018).

**Elaborado por:** Ocampo, L. 2018

##### ***Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. (Trópicos, 2018).**

Conocido en el cantón Fco. de Orellana como capirona. Es un árbol de entre 22 - 35 m de altura y un DAP de 0,60 - 1 m, esta especie no presenta raíces tablares, tiene una corteza exterior muy lisa, misma que es exfoliante por completo al presentar un color rojo-pardo-oscuro, para dejar una nueva corteza verduzca, característica que lo asemeja a un árbol de eucalipto. Presenta ramitas terminales opuestas-decusadas. Tiene hojas elípticas, ápice corto-acuminado con base obtusa. La inflorescencia de esta especie es una cima. Las flores son blancas de 1,5 cm de largo aproximadamente, cápsula bivalvada, con semilla central de dos alas.

##### ***Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) (Trópicos, 2018).**

Conocido en el cantón Fco. De Orellana como laurel. Es un árbol de entre 12 - 25 m de altura y un DAP de 20 - 60 cm. Presenta un tronco cilíndrico muy recto con corteza parda grisácea finamente fisurada y ramificación verticilada. Las hojas de esta especie son simples, elípticas y se agrupan al final de las ramitas. El haz de color verde oscuro y áspero, el envés de coloración verde claro. La inflorescencia de esta especie es una cima, desarrollada frecuentemente sobre los abultamientos de las ramitas. Las flores son blancas de 5 pétalos. El fruto es una nuececilla pequeña en la que se encuentran todas las partes

florales, hasta los pétalos que se vuelven pardos. Una semilla, de medio centímetro de largo aproximadamente.

***Ochroma pyramidale* (Trópicos, 2018).**

Conocido en el cantón Fco. De Orellana como balsa o boya. Es un árbol de entre 12 - 18 m de altura y un DAP de 20 - 50 cm. Tiene un fuste recto bastante cilíndrico con corteza lisa con lenticelas, tiene hojas simples, grandes palmadas acorazonadas, copa ancha esta especie presenta flores solitarias en forma de trompeta de coloración amarilla cremosa y borde un tanto rojizo, el fruto es una capsula alargado que se divide en 5 partes de color negras al madurar.

***Jacaranda copaia* (Trópicos, 2018).**

Conocido en el cantón Fco. De Orellana como jacaranda. Es un árbol de entre 15 - 35 m de altura y un DAP de 18 - 50 cm. Tiene un fuste recto y cilíndrico con corteza parda-grisácea ligeramente fisurada que cuenta con pocas ramas en su copa. Las hojas de esta especie son compuestas bipinnadas, cada pinna puede alcanzar una longitud de hasta 0,35 m, presenta hasta 25 foliolos los cuales son sésiles asimétricos, tiene un ápice agudo, con una base asimétrica, las flores de esta especie tienen un cáliz tubular y una coloración entre azul y purpura.

***Cecropia marginalis* Cuatrec. (Trópicos, 2018).**

Conocido en el cantón Fco. De Orellana como guarumo. Es un árbol de entre 6 - 15 m de altura y un DAP de 12 - 25 cm. Árbol de gran desarrollo, presenta un tronco con hueco el mismo de corteza grisácea lisa, esta especie tiene una hoja lobada membranosa, amplia de 7 lóbulos. Haz verde ocráceo oscuro en seco, envés blanco tomentoso. Estípula amarillenta. Flor racemosa de coloración amarilla.

➤ **Determinar las características macro y microscópicas de la madera de las cinco especies forestales**

En el proceso de ablandado de las especies para determinar las características microscópicas las muestras se sometieron a diferente número de ciclos para el ablandamiento de acuerdo a la dureza que presenta cada una. La capirona estuvo en el autoclave durante 6 ciclos, ya que resultó ser la especie con la madera más dura, El laurel y la jacaranda estuvieron en el autoclave durante 3 ciclos, la balsa y el guarumo estuvieron en el autoclave únicamente 1 ciclo, ya que la madera de estas especies es muy blanda, dada que la estructura de estas dos especies se ablandó mucho, resultó muy complicado realizar el laminado de estos cubos de madera, por tal razón se mantuvieron las muestras hidratadas durante 24 horas y posteriormente se congelaron estos cubos durante una hora, luego de manera inmediata se realizaron los cortes de los cubos, lográndose obtener las láminas exitosamente.

Para las características macroscópicas se obtuvieron las muestras de cada especie de 2 x 9 x 15 cm.

***Ochroma pyramidale***

Familia: Malvaceae

Nombre común: Balsa

**Características macroscópicas**

La especie presenta un tronco cilíndrico muy recto con corteza parda grisácea lisa con pequeñas lenticelas. Según la tabla de Munsell la madera de esta especie es blanco rosado 5 YR 8/2, no se distingue albura del duramen, de brillo medio, grano recto, textura media, el veteado que presenta es jaspeado, olor ausente y sabor ausente.



**Figura 1.** *Ochroma pyramidale* (Balsa), corteza



**Figura 2.** *Ochroma pyramidale* (Balsa), corte tangencial



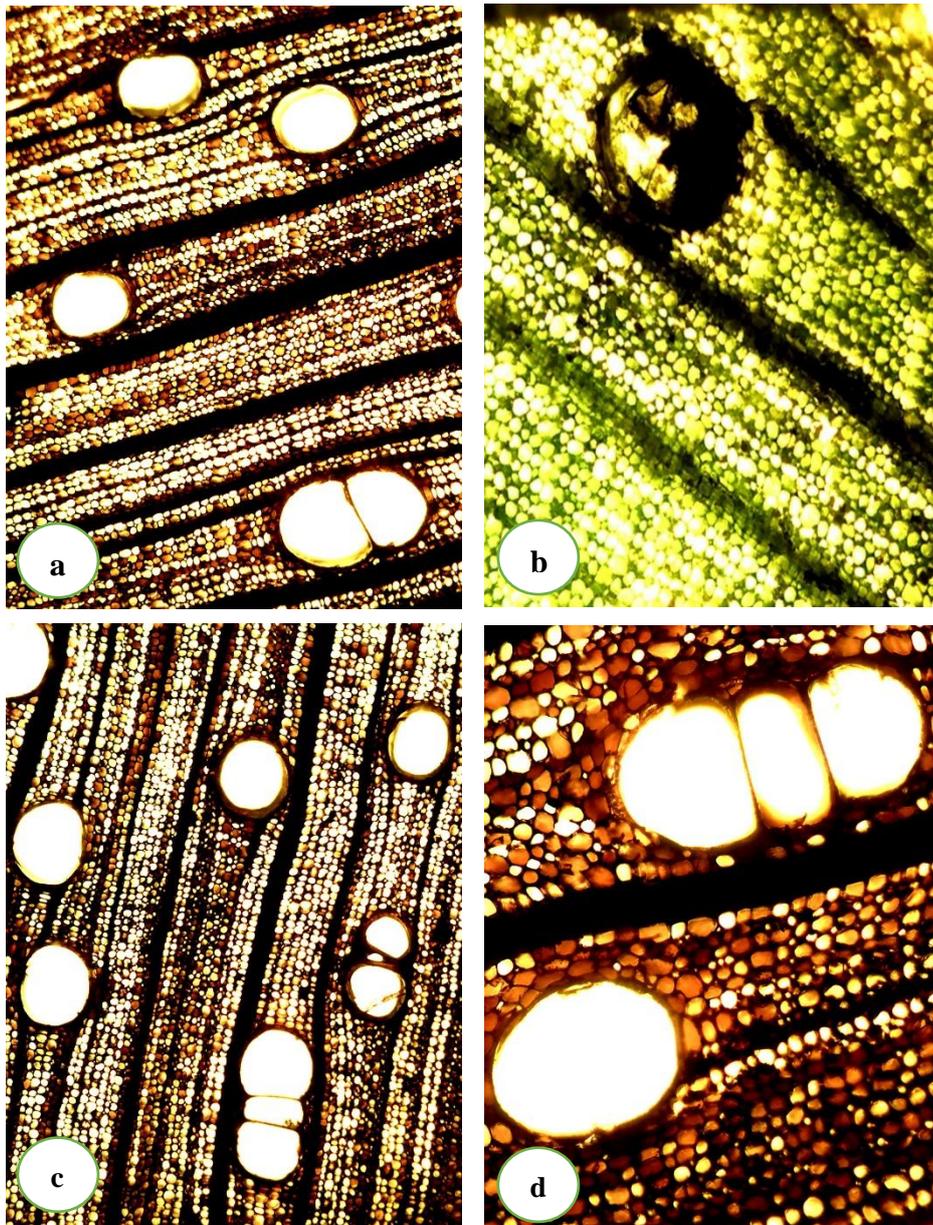
**Figura 3.** *Ochroma pyramidale* (Balsa), corte radial



**Figura 4.** *Ochroma pyramidale* (Balsa), corte transversal

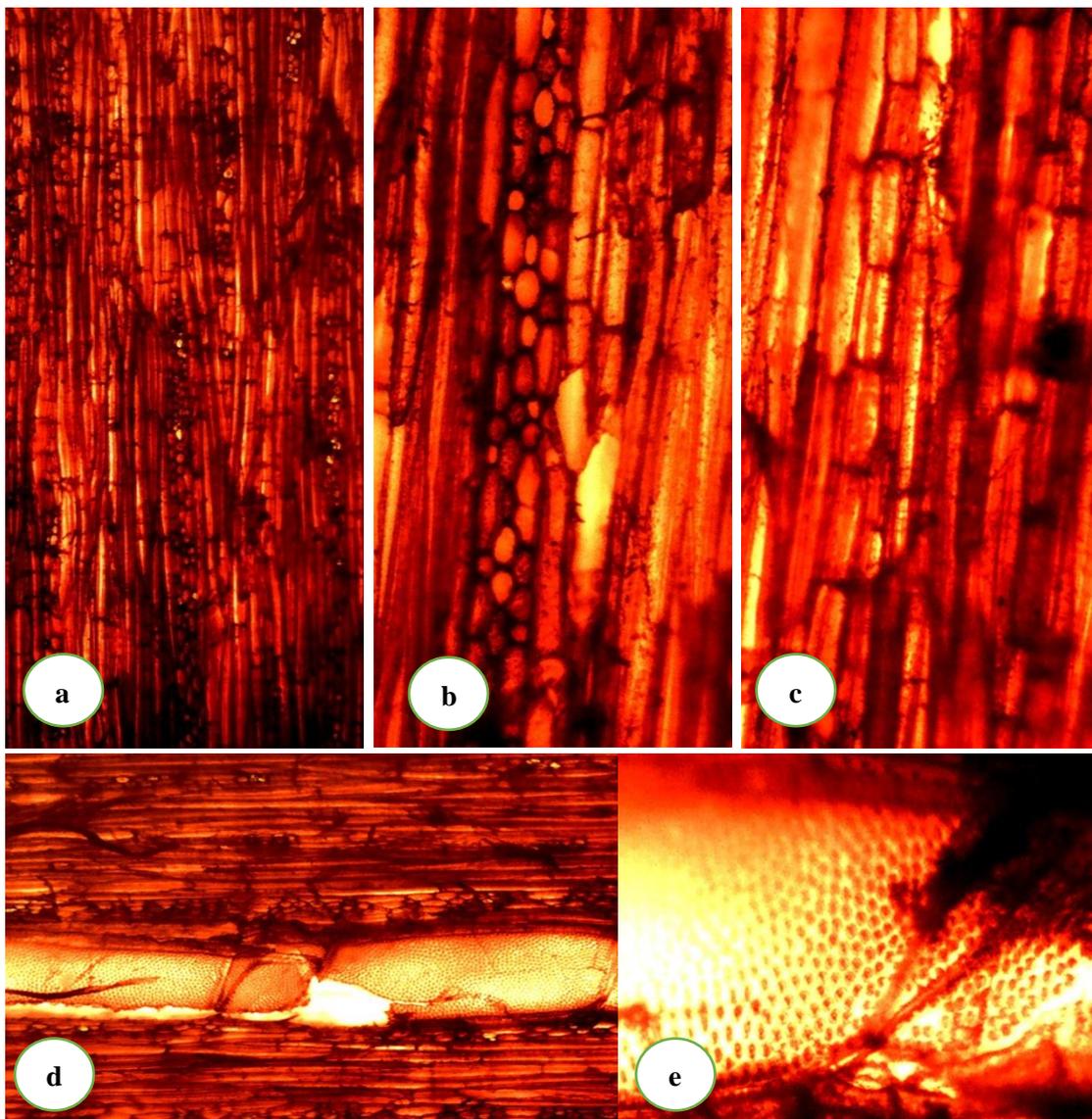
### **Características microscópicas**

Los poros de esta especie son de tamaño grande, visibles a simple vista, solitarios y múltiples radiales de 2, escasos múltiples de 3. Tiene porosidad difusa, parénquima paratraqueal vasicéntrico, radios no estratificados.



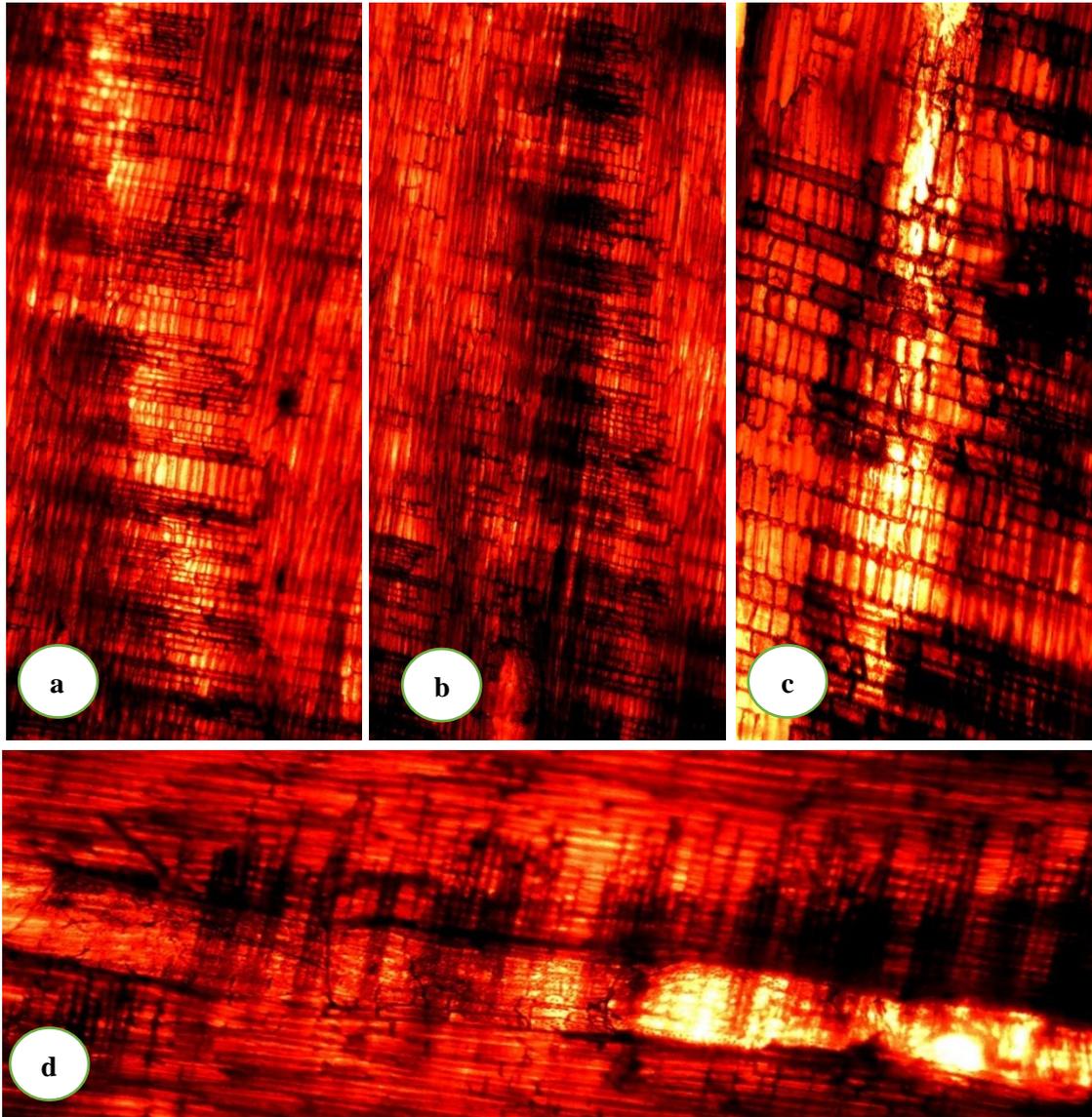
**Figura 5.** Sección transversal de *Ochroma pyramidale* (Balsa)

Observado con lente de 4x. Tinte utilizado orceina A. **a.** Poros solitario y múltiple de 2. **b.** Tílide en poro solitario, tinte utilizado verde brillante, con lente de 4x. Parénquima paratraqueal vasicéntrico (solitario) y vasicéntrico paratraqueal confluyente (múltiple). **c.** porosidad difusa. **d.** Poro simple y múltiple de 3 con lente de 10x.



**Figura 6.** Sección tangencial de *Ochroma pyramidale* (Balsa)

Tinte utilizado orceina A. **a.** radios multiseriados observado con lente de 4x. **b.** radios multiseriados observados con lente de 10x. **c.** Fibras septadas observadas con lente de 10x. **d.** miembro del vaso con punteaduras, observado con el lente de 4x. **e.** punteaduras aeroladas observadas con lente de 10x



**Figura 7.** Sección radial de *Ochroma pyramidale* (Balsa)

Tinte utilizado orceina A con lente de 4x. **a.** células parenquimáticas. **b.** células parenquimáticas y punto de intersección. **c.** células parenquimáticas claramente definidas sobre las fibras, observado con el lente de 10x. **d.** parénquima anexo al miembro vascular.

***Cecropia marginalis* Cuatrec.**

Familia: Urticaceae

Nombre común: Guarumo

**Características macroscópicas**

La especie presenta un tronco de corteza blanquecina con manchas parda grisácea. Según la tabla de Munsell la coloración de esta especie es marrón pálido 2,5 YR 8/2, sin diferenciación entre la albura y el duramen. El brillo es medio, grano recto, textura media, veteadado jaspeado, olor y sabor ausente.



**Figura 8.** *Cecropia marginalis* (Guarumo), corteza



**Figura 9.** *Cecropia marginalis* (Guarumo), corte tangencial



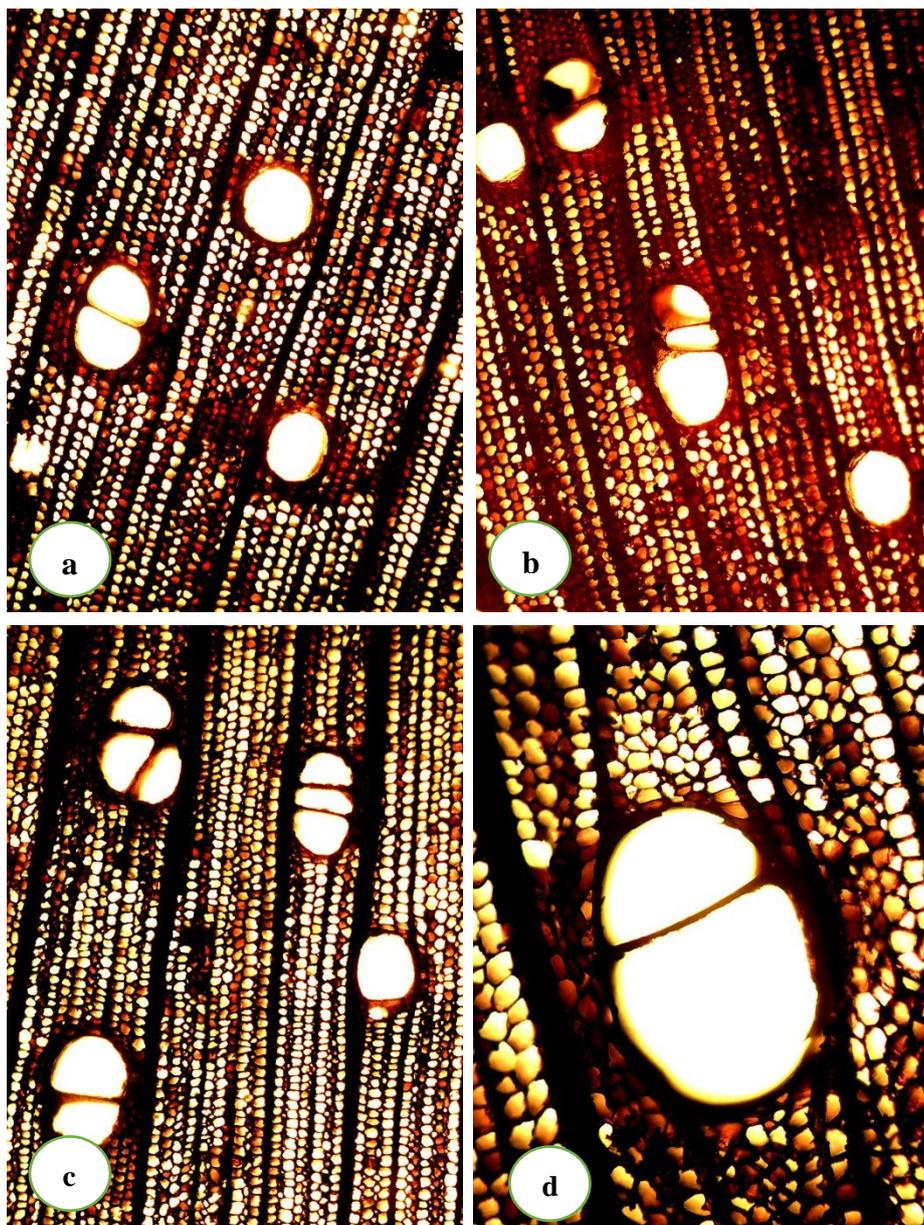
**Figura 10.** *Cecropia marginalis* (Guarumo), corte radial



**Figura 11.** *Cecropia marginalis* (Guarumo), corte transversal

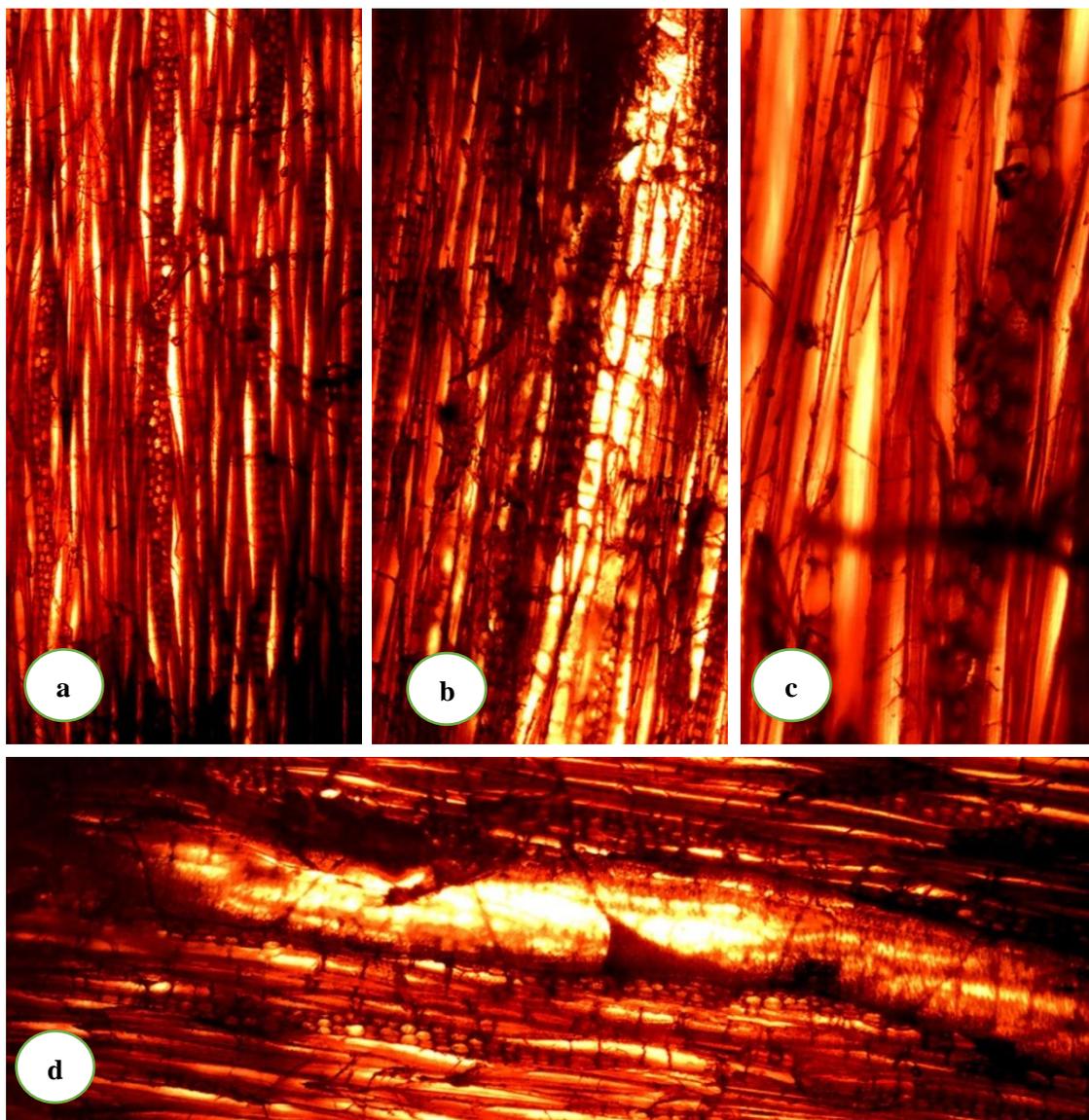
### **Características microscópicas**

Los poros de esta especie son de tamaño grande, visibles a simple vista, solitarios y múltiples radiales de 2 y 3, escasos múltiples de 4. Tiene porosidad difusa, presenta parénquima paratraqueal aliforme de ala gruesa y corta, parénquima paratraqueal vasicéntrico y parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente radios no estratificados.



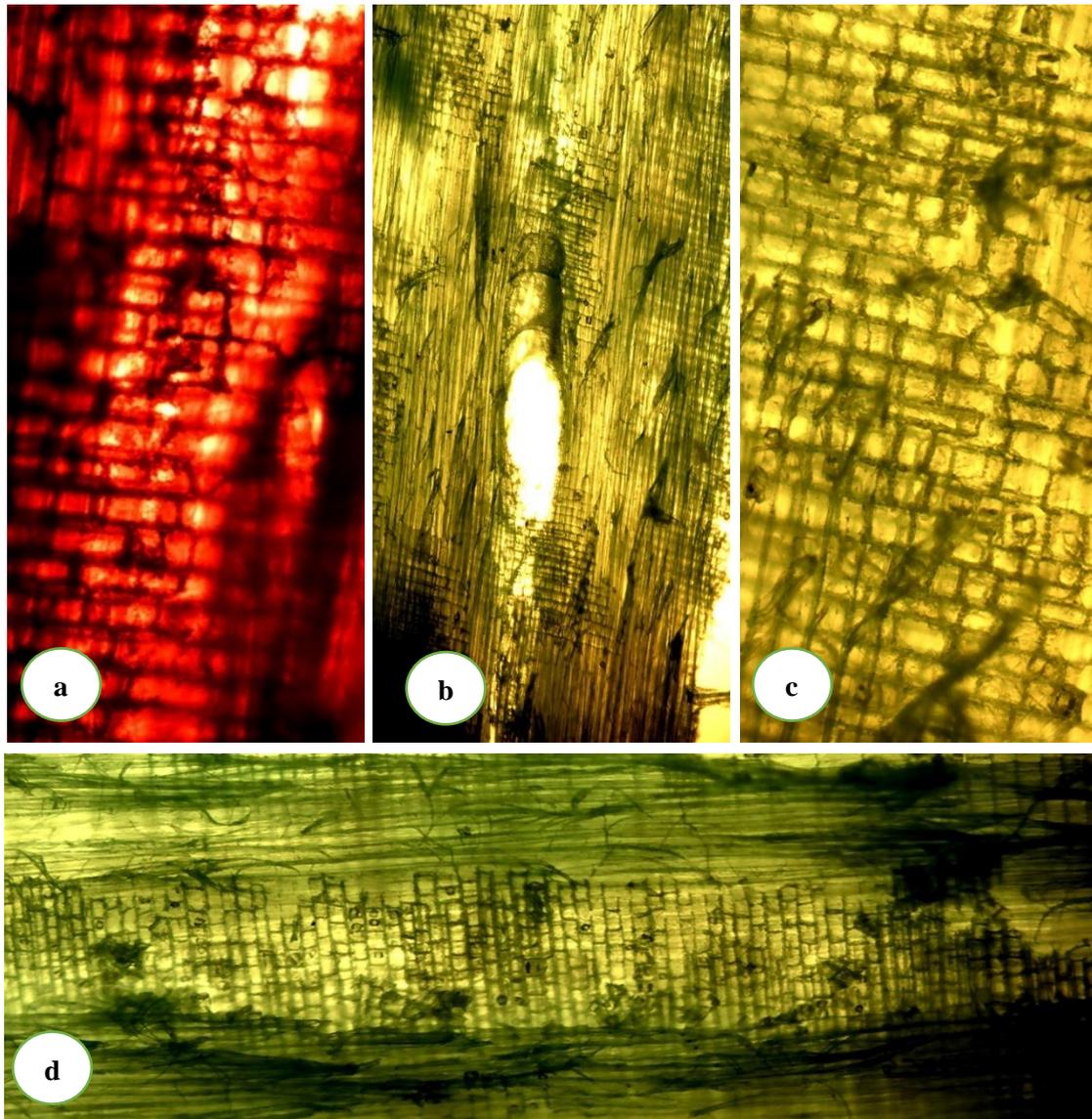
**Figura 12.** Sección transversal de *Cecropia marginalis* (Guarumo)

Observado con lente de 4x. Tinte utilizado orceina A. **a.** Poros solitarios y múltiple de 2. Parénquima paratraqueal aliforme de ala gruesa corta, parénquima paratraqueal vasicéntrico (solitario) y parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente (múltiple). **b.** tílido tinturado con orceina B **c.** Poros múltiples radiales de dos y tres poros, poros racemiforme. **d.** Poro múltiple de 2, observado con lente de 10x. La especie presenta una porosidad difusa.



**Figura 13.** Sección tangencial de *Cecropia marginalis* (Guarumo)

Tinción utilizada orceina B. **a.** radios multiseriados observados con lente de 4x. **b.** radios y fibras septadas observadas con lente de 4x. **c.** radio multiseriado observado con lente de 10x. **d.** miembro vascular con punteaduras observado con el lente de 10x.



**Figura 14.** Sección radial de *Cecropia marginalis* (Guarumo)

**a.** Células parenquimáticas tinturadas con orceina A observadas con el lente de 10x. **b.** células parenquimáticas y miembro vascular tinturadas con verde brillante y observada con el lente de 4x. **c.** radios parenquimáticos y área de entrecruzamiento tinturados con verde brillante y observados con el lente de 10x. **d.** células parenquimáticas con partículas de sílice tinturado con verde brillante y observado con lente de 4x.

***Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.)**

Familia: Boraginaceae

Nombre común: Laurel

**Características macroscópicas**

La especie presenta un tronco cilíndrico muy recto con corteza parda grisácea finamente fisurada y ramificación verticilada. Según la tabla de Munsell la coloración de la albura es blanco rosáceo 7.5 YR 8/2, y la coloración del duramen es café 7.5 YR 4/3. El brillo es medio, grano recto, textura fina, veteado en arcos superpuestos, olor agradable no distintivo y sabor no distintivo.



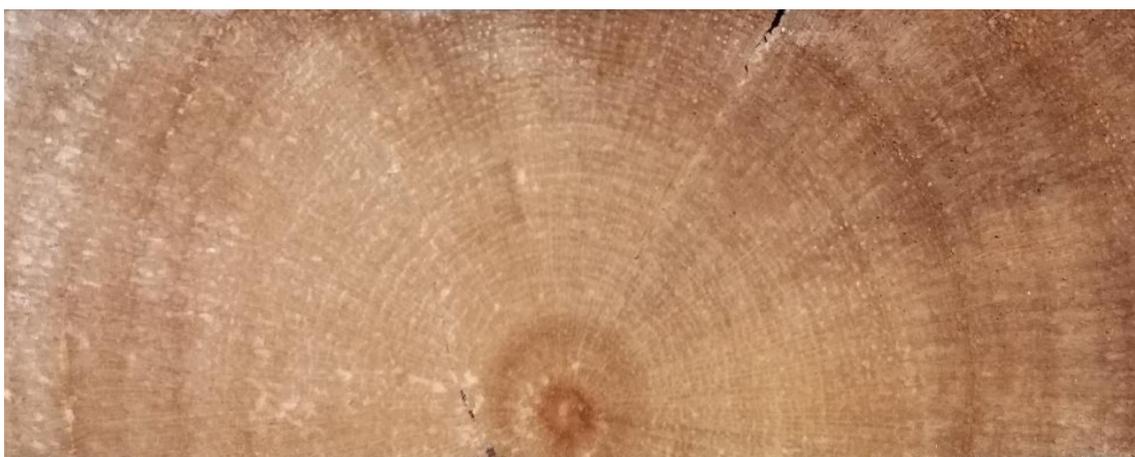
**Figura 15.** *Cordia alliodora* (Laurel), corteza



**Figura 16.** *Cordia alliodora* (Laurel), corte tangencial



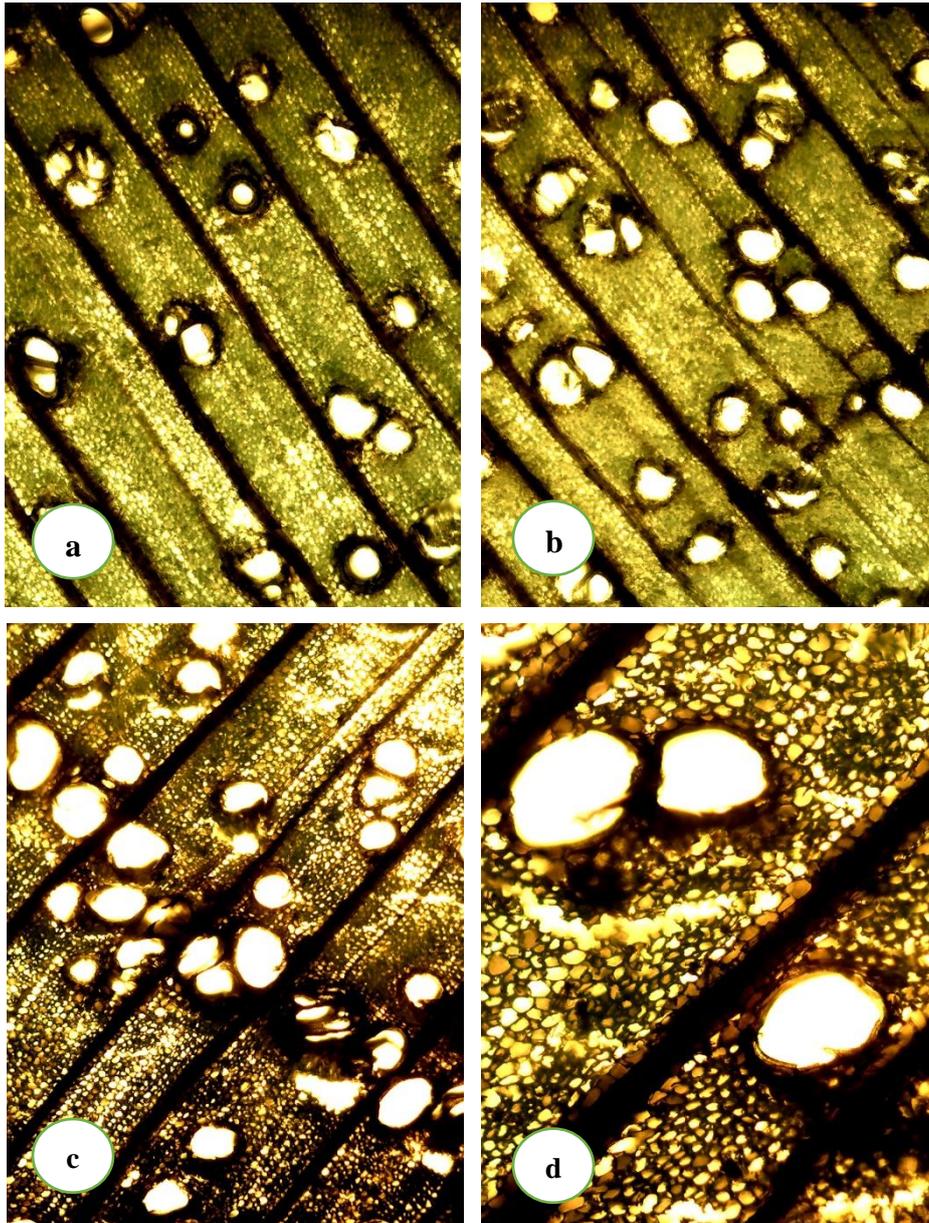
**Figura 17.** *Cordia alliodora* (Laurel), corte radial



**Figura 18.** *Cordia alliodora* (Laurel), corte transversal

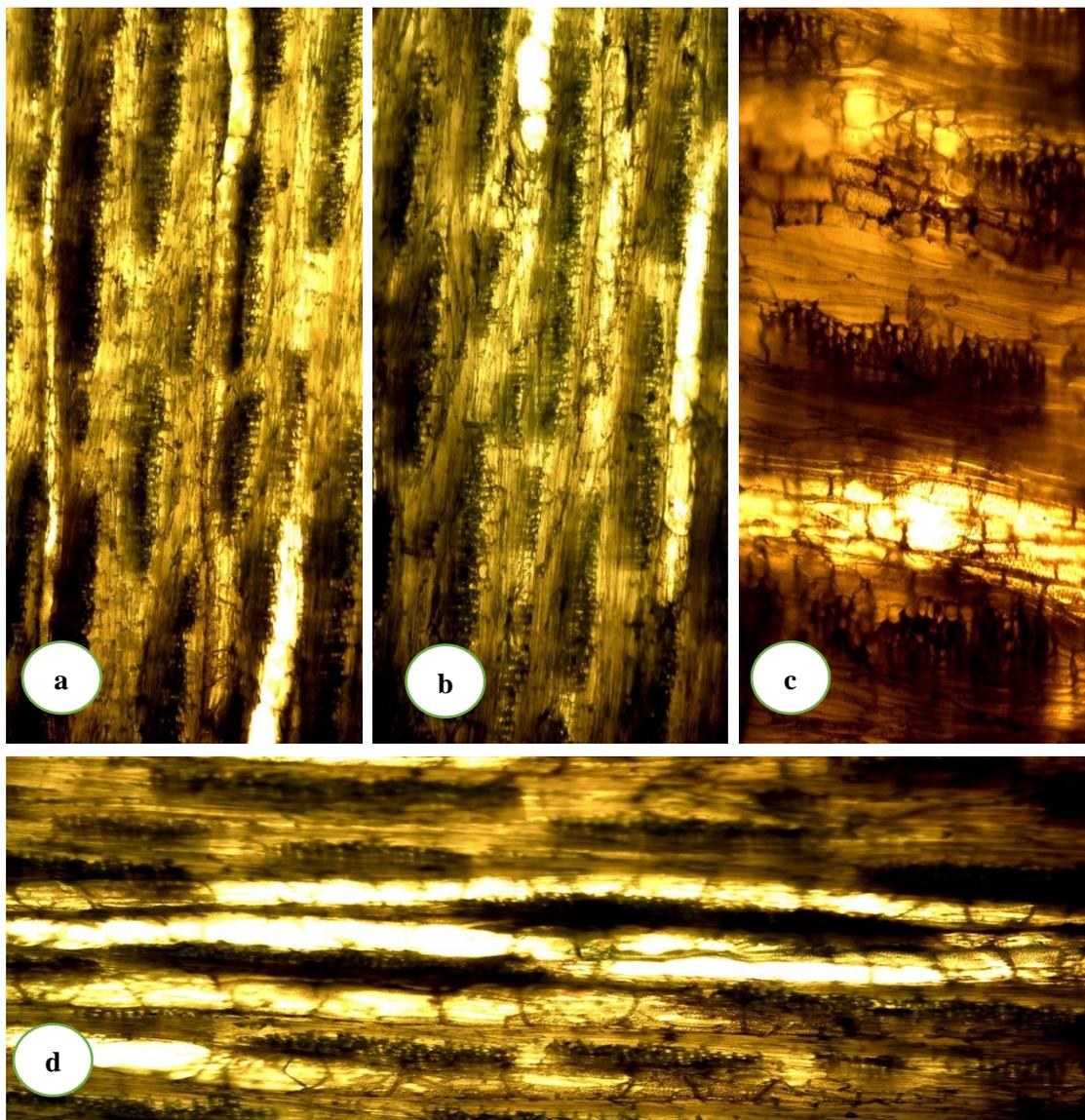
### **Características microscópicas**

Los poros de esta especie son de tamaño mediano, visibles a simple vista, solitarios y múltiples radiales de 2 y 3, escasos múltiples de 4, contienen sustancias blanquecinas y brillantes. Tiene porosidad semicircular, el parénquima visible con lupa de 10X, parénquima paratraqueal vasicéntrico y paratraqueal vasicéntrico unilateral. Los radios se pueden observar a simple vista no estratificados.



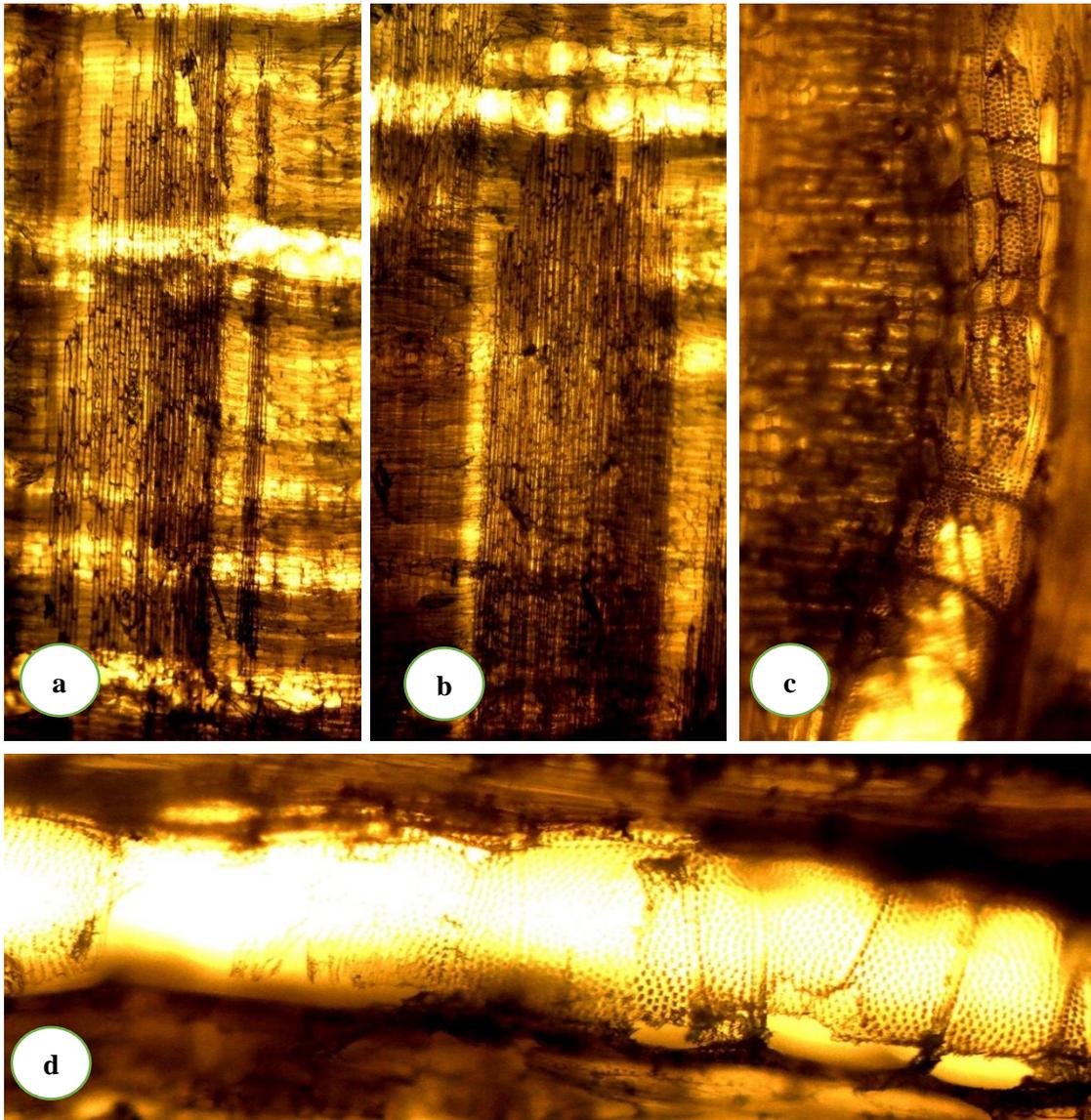
**Figura 19.** Sección transversal de *Cordia alliodora* (Laurel)

Tinción utilizada verde brillante observado con lente de 4x. **a.** poros solitarios, múltiples de 2 y 3 racemiforme. **b.** poro con tílido, parénquima paratraqueal vasicéntrico y vasicéntrico unilateral. **c.** porosidad siguiendo los anillos de crecimiento. **d.** poros solitario y múltiple de 2 observados con lente de 10x.



**Figura 20.** Sección tangencial de *Cordia alliodora* (Laurel)

Tinción utilizada verde brillante, observado con el lente de 4x. **a.** radios parenquimáticos. **b.** radios multiseriados. **c.** células septadas. **d.** miembros vasculares.



**Figura 21.** Sección radial de *Cordia alliodora* (Laurel)

Tinción utilizada verde brillante con lente de 4x. **a.** células parenquimáticas y campo de intersección. **b.** abundantes células parenquimáticas. **c.** parénquima anexo al miembro vascular con células bien definidas con punteaduras observadas con el lente de 10x. **d.** punteaduras intervasculares.

***Jacaranda copaia***

Familia: Bignoniaceae

Nombre común: Jacaranda

**Características macroscópicas**

La especie presenta un tronco muy recto con corteza crema grisácea ligeramente fisurada. Según la tabla de Munsell la madera de esta especie es amarilla 10 YR 8/6, no se diferencia la albura del duramen, de brillo medio, grano recto, textura gruesa, veteado líneas vasculares, olor ausente y sabor ausente.



**Figura 22.** *Jacaranda copaia* (*Jacaranda*), corteza



**Figura 23.** *Jacaranda copaia* (*Jacaranda*), corte tangencial



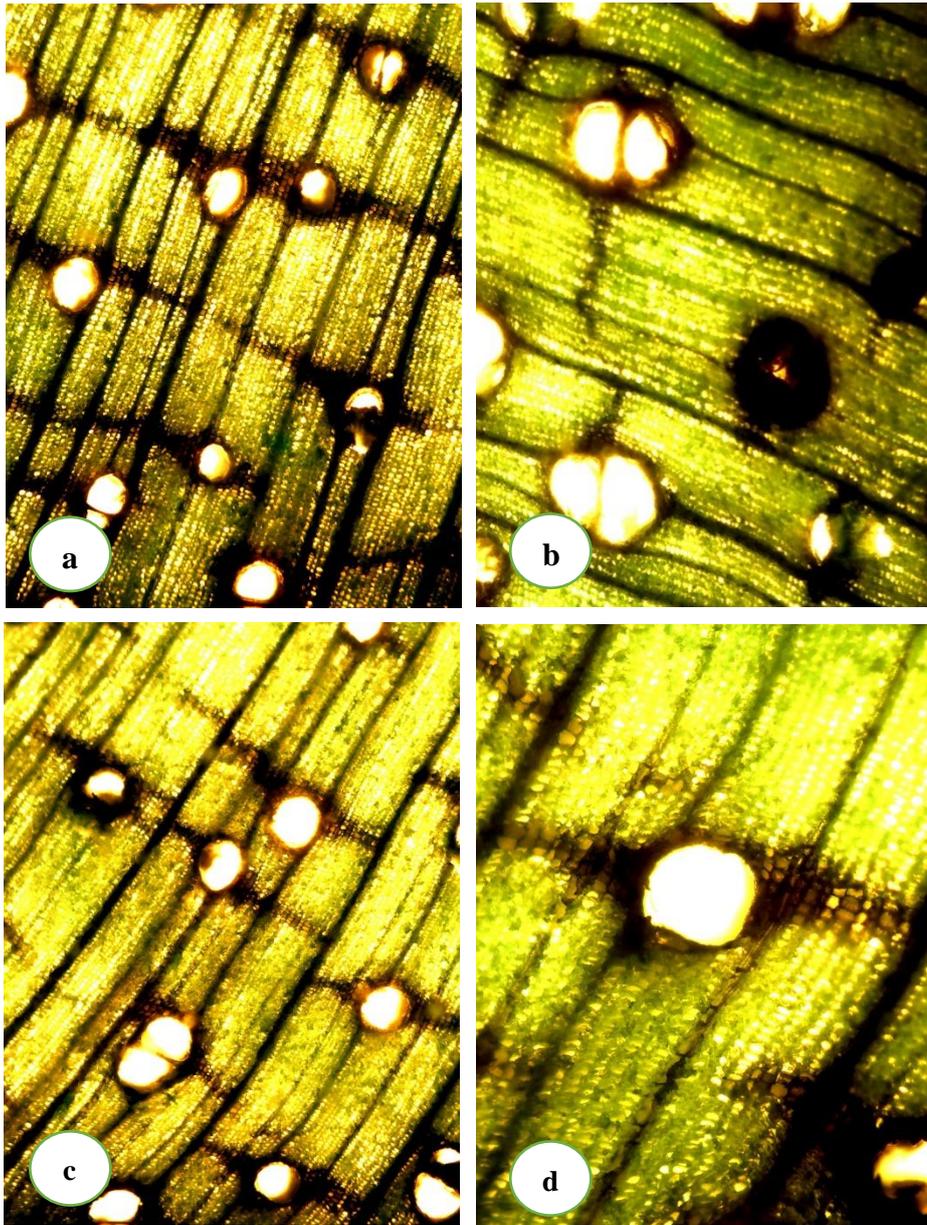
**Figura 24.** *Jacaranda copaia* (Jacaranda), corte radial



**Figura 25.** *Jacaranda copaia* (Jacaranda), corte transversal

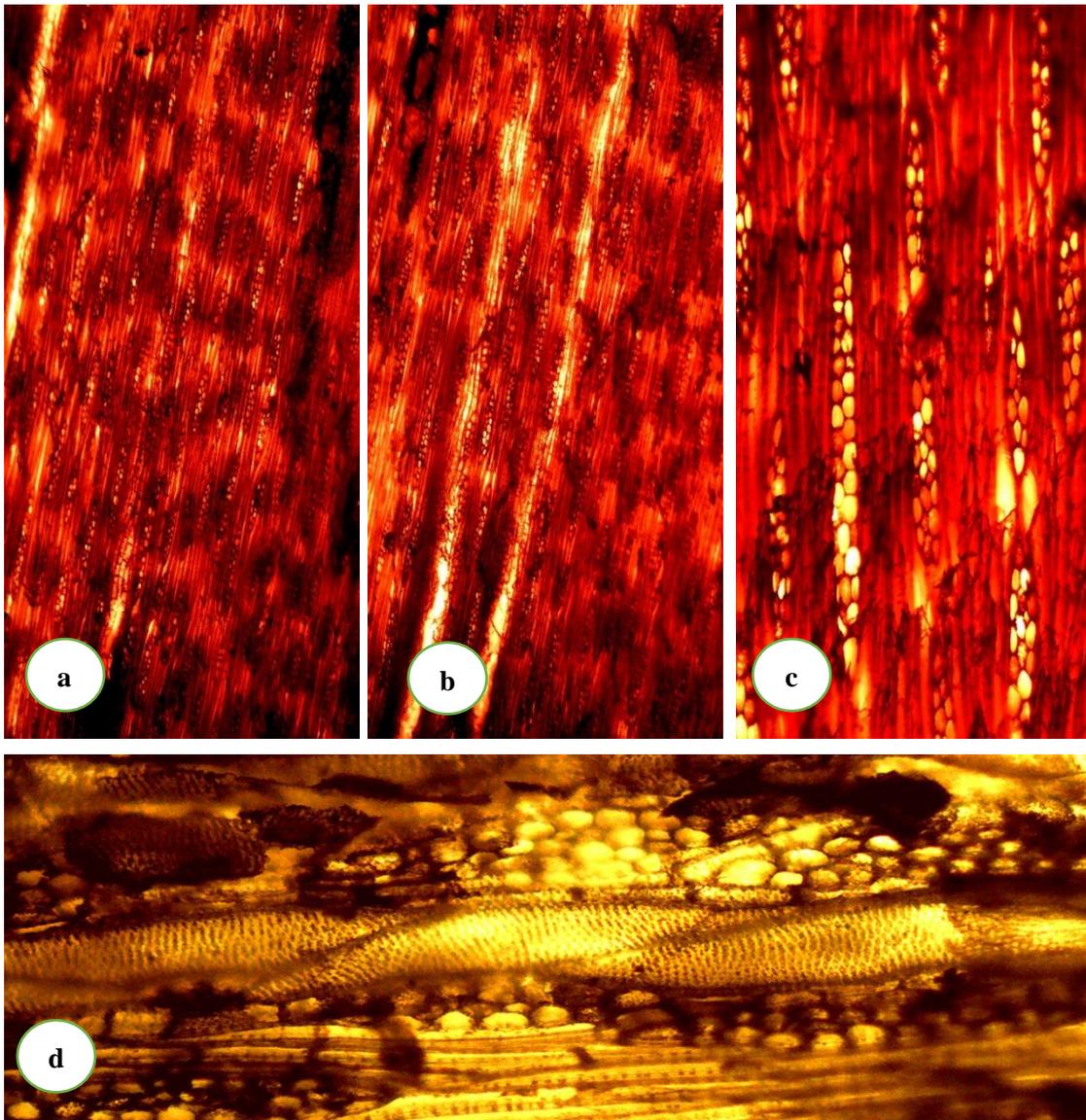
### **Características microscópicas**

Los poros de esta especie son de tamaño mediano, visibles a simple vista, solitarios y múltiples radiales de 2 y 3. Tiene porosidad difusa, Parénquima paratraqueal vasicéntrico alado y alado confluyente de ala fina corta y larga, radios no estratificados.



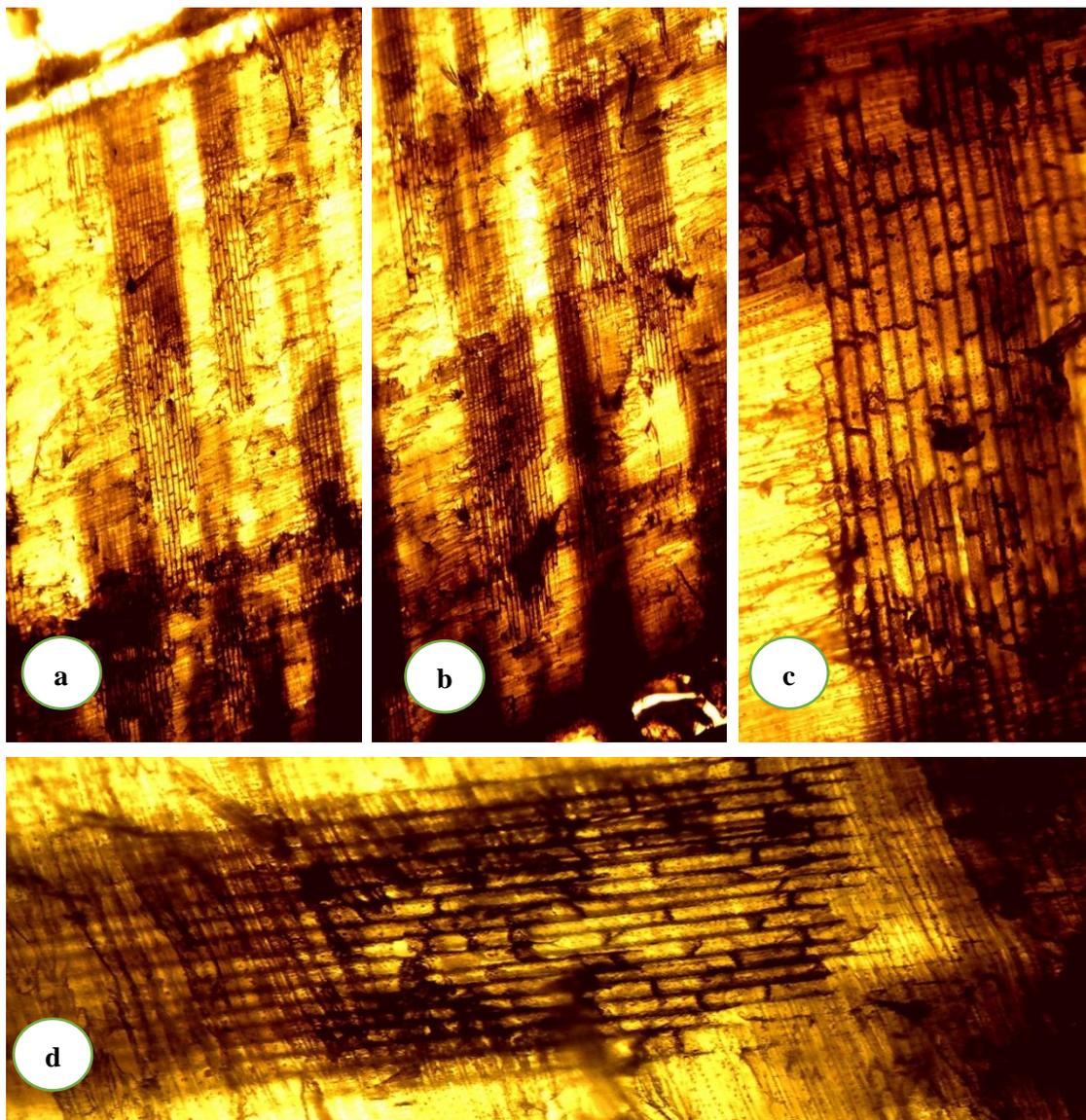
**Figura 26.** Sección transversal de *Jacaranda copaia* (Jacaranda)

Tinción utilizada verde brillante. **a.** poros solitarios y múltiples de 2 observados con lente de 4x. Parénquima paratraqueal vasicéntrico alado y alado confluyente de ala fina corta y larga. **b.** poro con tílido observado con lente de 4x. **c.** porosidad difusa, observada con lente de 4x. **d.** poro solitario observado con lente de 10x.



**Figura 27.** Sección tangencial de *Jacaranda copaia* (Jacaranda)

**a.** radios parenquimáticos multiseriados tinturados con orceina B y observados con el lente de 4x. **b.** radios y miembros vasculares tinturados con orceina B y observados con lente de 4x. **c.** radios parenquimáticos multiseriados tinturados con orceina B y observados con el lente de 10x. **d.** miembro vascular trenzado con punteaduras tinturado con verde brillante y observado con el lente de 10x.



**Figura 28.** Sección radial de *Jacaranda copaia* (Jacaranda)

Tinción utilizada verde brillante. **a.** células parenquimáticas y campo de intersección observadas con el lente de 4x. **b.** abundantes células parenquimáticas y fibras no septadas observadas con el lente de 4x. **c.** células del parénquima claramente definidas observadas con el lente de 10x. **d.** campo de intersección de las células parenquimáticas con las fibras.

***Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook.**

Familia: Rubiaceae

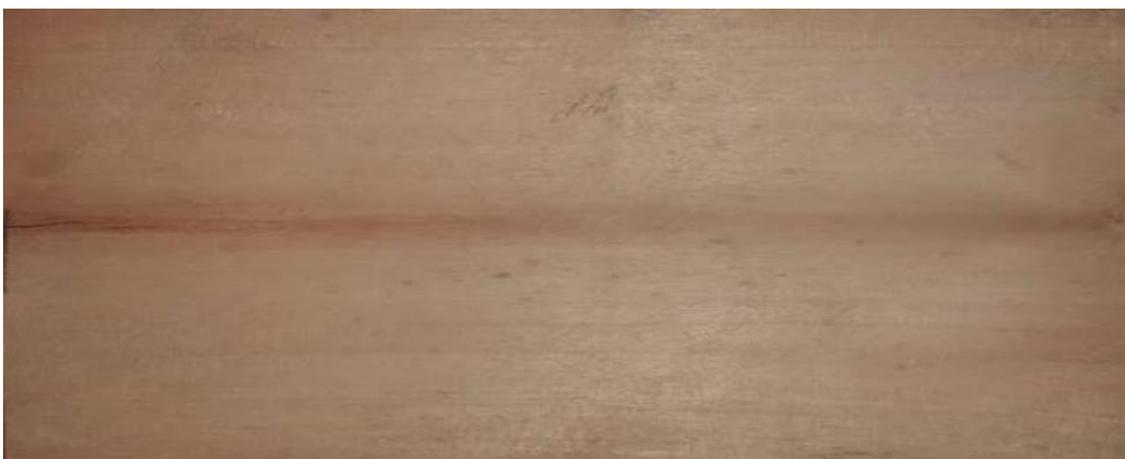
Nombre común: Capirona

**Características macroscópicas**

La especie presenta una corteza exterior de color roja-parda-oscura misma que se exfolia y corteza interior muy lisa de color verduzca; según la tabla de Munsell, el color de la madera; de la albura es marrón muy pálido 10 YR 8/6 y del duramen es marrón muy pálido 10 YR 7/3, los anillos de crecimiento no se diferencian, de brillo medio, grano recto a ligeramente inclinado, textura fina, veteado bandas paralelas, olor no distintivo, su sabor ausente.



**Figura 29.** *Calycophyllum spruceanum* (Capirona), corteza



**Figura 30.** *Calycophyllum spruceanum* (Capirona), corte tangencial



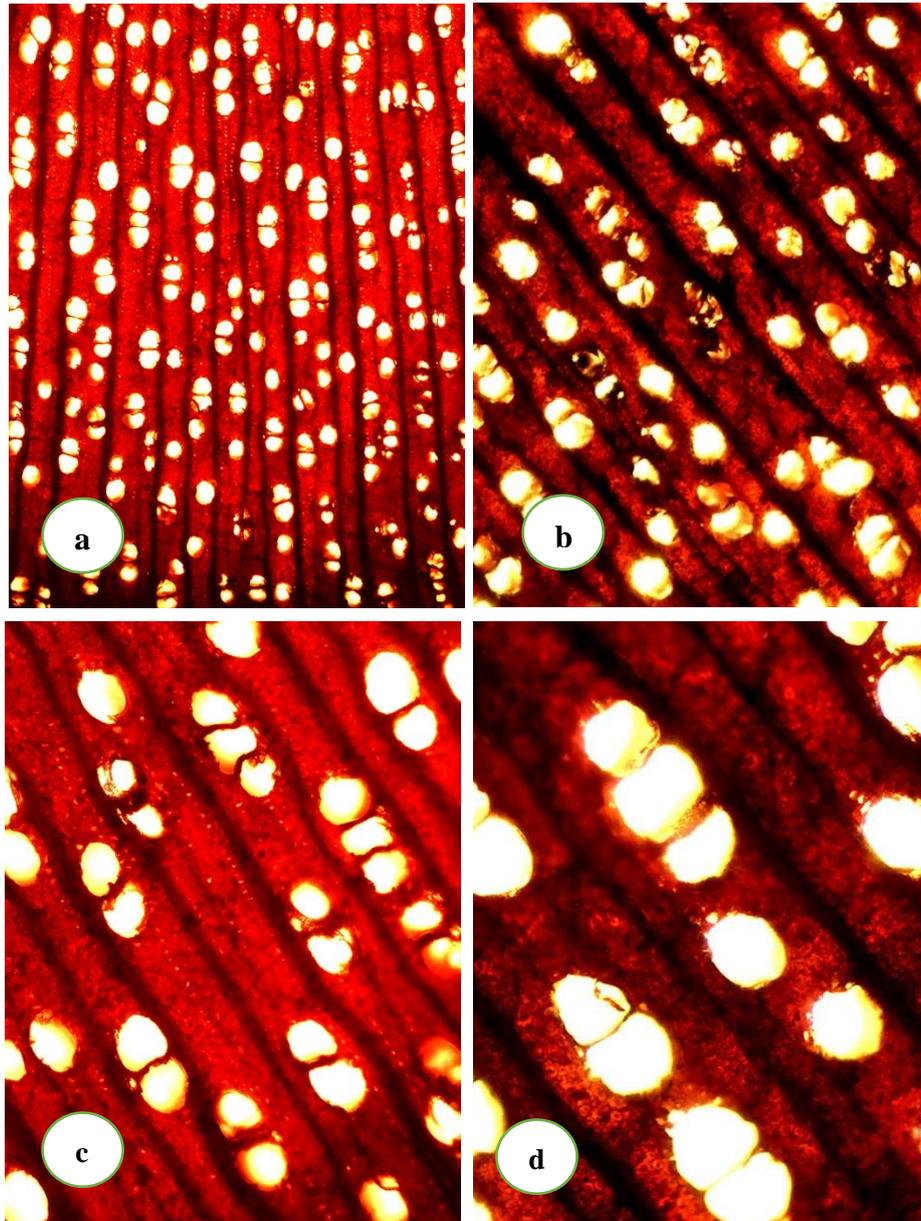
**Figura 31.** *Calycophyllum spruceanum* (Capiroña), corte radial



**Figura 32.** *Calycophyllum spruceanum* (Capiroña), corte transversal

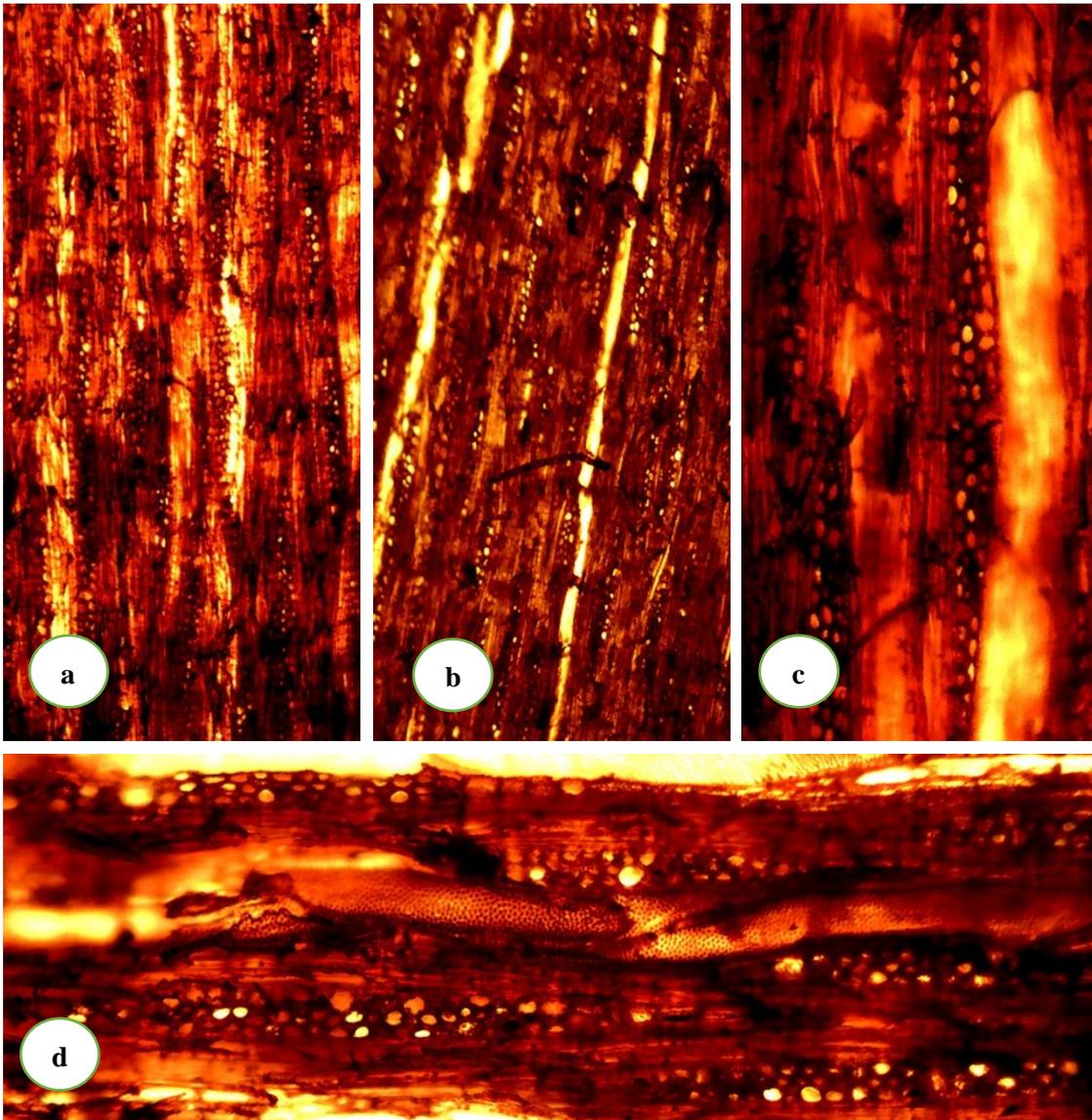
### **Características microscópicas**

Los poros de esta especie son pequeños y muy numerosos visibles con lupa de 10x, presenta una porosidad es difusa, presenta poros solitarios en su gran mayoría seguidos de poros múltiples de 2 a 3. El parénquima no se puede observar con la lupa de 10x, es apotraqueal difuso y muy escaso observado con lente de 4 y 10x. Los radios son muy numerosos no estratificados.



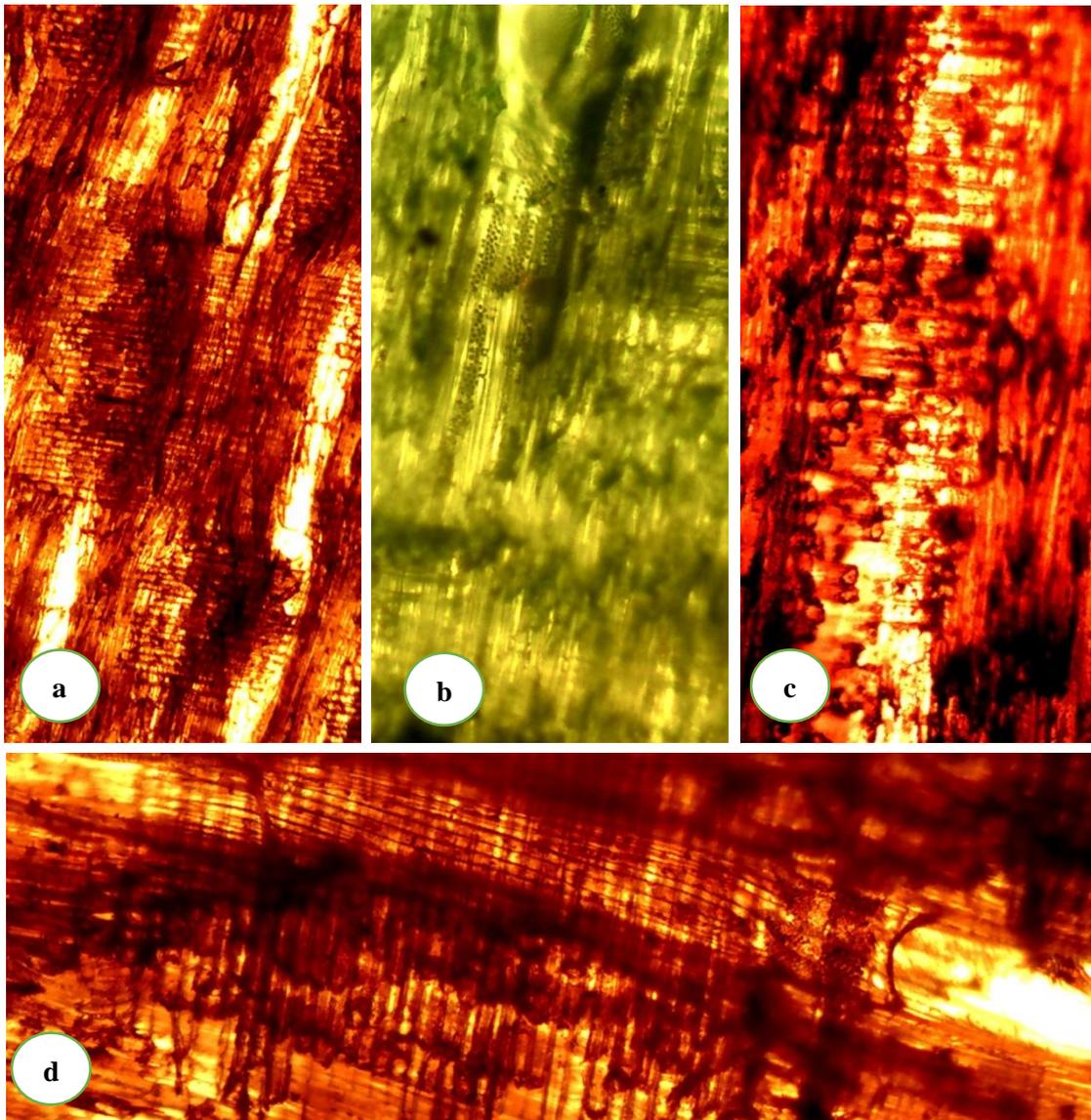
**Figura 33.** Sección transversal de *Calycophyllum spruceanum* (Capirona)

Tinción utilizada orceina B. **a.** poros solitarios y múltiples radiales de 2 y 3 observados con lente de 4x. **b.** tálide observado con lente de 4x **c.** porosidad difusa, observada con lente de 10x. **d.** parénquima apotraqueal difuso observado con lente de 10x tinturado con orceina A.



**Figura 34.** Sección tangencial de *Calycophyllum spruceanum* (Capiroña)

- a.** radios parenquimáticos tinturados con orceina A y observados con el lente de 4x. **b.** radios multiseriados tinturados con orceina B y observados con el lente de 4x. **c.** radios parenquimáticos multiseriados tinturados con orceina A y observados con el lente de 10x. **d.** radios y miembro vascular con punteaduras tinturado con orceina A y observado con el lente de 10x.



**Figura 35.** Sección radial de *Calycophyllum spruceanum* (Capiroña)

**a.** células parenquimáticas y campo de intersección tinturado con orceina B y observado con el lente de 4x. **b.** miembro vascular con punteaduras encapsuladas tinturado con verde brillante y observado con el lente de 10x **c.** células parenquimáticas y fibras tinturadas con orceina A y observadas con el lente de 10x. **d.** células parenquimáticas intersectadas por las fibras y el miembro vascular tinturados con orceina B y observados con el lente de 10x.

## Análisis estadístico para determinar cuál es la mejor tinción para cada especie de acuerdo al corte transversal

### Método 1

Se seleccionaron los datos de los poros solitarios, múltiples de dos y de tres. Se realizó el análisis de varianza y la prueba de Shapiro-Wilks para verificar la normalidad de los datos.

### *Ochroma pyramidale* (Balsa)

**Tabla 2.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6,17	2	3,08	1,09	0,3773
TINCIÓN	6,17	2	3,08	1,09	0,3773
Error	25,50	9	2,83		
<b>Total</b>	<b>31,67</b>	<b>11</b>			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros solitarios respecto a las tinciones (Tabla 2).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ . (Anexo 2).

**Tabla 3.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,00	2	1,00	1,80	0,2200
TINCIÓN	2,00	2	1,00	1,80	0,2200
Error	5,00	9	0,56		
<b>Total</b>	<b>7,00</b>	<b>11</b>			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones (Tabla 3).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ . (Anexo 2).

**Tabla 4.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) para los poros múltiples de 3 respecto a las tinciones*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	0,67	2	0,33	0,36	0,7049
TINCIÓN	0,67	2	0,33	0,36	0,7049
Error	8,25	9	0,92		
<u>Total</u>	<u>8,92</u>	<u>11</u>			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros múltiples de 3 respecto a las tinciones (Tabla 4).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ . (Anexo 2).

#### ***Cecropia marginalis* (Guarumo)**

**Tabla 5.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3,50	2	1,75	0,73	0,5073
TINCIÓN	3,50	2	1,75	0,73	0,5073
Error	21,50	9	2,39		
<u>Total</u>	<u>25,00</u>	<u>11</u>			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros solitarios respecto a las tinciones (Tabla 5).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ . (Anexo 10).

Según la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks, los datos para los poros múltiples de 2 no son normales por ende se transformaron los datos en busca de su normalidad

**Tabla 6.** *Datos transformados para poros múltiples de 2*

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Log	12	0,00	0,11	0,86	0,0904

**Elaborado por:** El autor

Dado que los datos de los poros múltiples de 2 no eran normales se transformaron para que se normalicen y se analizó en función de log base 10 (Tabla 6).

**Tabla 7.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 3 respecto a las tinciones*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,17	2	0,58	0,54	0,6013
TINCIÓN	1,17	2	0,58	0,54	0,6013
Error	9,75	9	1,08		
Total	10,92	11			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros múltiples de 3 respecto a las tinciones (Tabla 7).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ . (Anexo 10).

***Calycophyllum spruceanum* (Capirona)****Tabla 8.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	148,17	2	74,08	0,90	0,4414
TINCION	148,17	2	74,08	0,90	0,4414
Error	743,50	9	82,61		
<u>Total</u>	<u>891,67</u>	<u>11</u>			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros solitarios respecto a las tinciones (Tabla 8).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ .

**Tabla 9.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) para los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	6,50	2	3,25	0,09	0,9151
TINCION	6,50	2	3,25	0,09	0,9151
Error	326,50	9	36,28		
<u>Total</u>	<u>333,00</u>	<u>11</u>			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones (Tabla 9).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ .

**Tabla 10.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,50	2	1,75	0,27	0,7699
TINCIÓN	3,50	2	1,75	0,27	0,7699
Error	58,50	9	6,50		
Total	62,00	11			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones (Tabla 10).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ .

#### ***Jacaranda copaia* (Jacaranda)**

Según la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks, los datos para los poros solitarios no son normales por ende se transformaron los datos en busca de su normalidad

**Tabla 11.** *Prueba de Kruskal Wallis para los poros solitarios*

Variable	TINCIÓN	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
RDUO Log	ORCEINA A	4	0,00	0,12	0,05	2,00	0,3938
RDUO Log	ORCEINA B	4	0,00	0,20	0,08		
RDUO Log	VERDE BRILLANTE	4	0,00	0,10	0,04		

**Elaborado por:** El autor

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y luego de normalizarse los datos con log base 10 se observó que no hay diferencias significativas en los solitarios respecto a las tinciones (Tabla 11).

Se efectuó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ .

**Tabla 12.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,50	2	0,25	0,17	0,8490
TINCIÓN	0,50	2	0,25	0,17	0,8490
Error	13,50	9	1,50		
Total	14,00	11			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros múltiples de 2 respecto a las tinciones (Tabla 12).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ .

Según la prueba de normalidad de Shapiro-Wilks, los datos para los poros múltiples de 3 no son normales por ende se transformaron los datos en busca de su normalidad

**Tabla 13.** *Prueba de Kruskal Wallis para poros múltiples de 3*

Variable	TINCIÓN	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
RDUO Log	ORCEINA A	4	0,00	0,00	0,00	1,85	0,3455
RDUO Log	ORCEINA B	4	0,00	0,15	-0,08		
RDUO Log	VERDE BRILLANTE	4	0,00	0,00	0,00		

**Elaborado por:** El autor

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y luego de normalizarse los datos con log base 10 se observó que no hay diferencias significativas en los solitarios respecto a las tinciones (Tabla 13).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ .

***Cordia alliodora* (Laurel)****Tabla 14.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	4,67	2	2,33	1,71	0,2340
TINCIÓN	4,67	2	2,33	1,71	0,2340
Error	12,25	9	1,36		
<u>Total</u>	<u>16,92</u>	<u>11</u>			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros solitarios respecto a las tinciones (Tabla 14).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ .

**Tabla 15.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) de los poros solitarios respecto a las tinciones*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1,50	2	0,75	0,46	0,6467
TINCIÓN	1,50	2	0,75	0,46	0,6467
Error	14,75	9	1,64		
<u>Total</u>	<u>16,25</u>	<u>11</u>			

**Elaborado por:** El autor

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en los poros solitarios respecto a las tinciones (Tabla 15).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos resultaron normales es decir  $p > 0,05$ .

## Método 2

De acuerdo a la calidad de resolución de las fotografías, se determinó analizando cada una de las fotografías por cada repetición y cada tinción, colocando uno (1) si se observa con claridad o caso contrario cero (0), se sumó cada uno de los valores por cada repetición. Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis en un análisis de varianza no paramétrico.

**Tabla 16.** Prueba de Kruskal Wallis para la balsa

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
VF	T1	4	5,00	0,00	5,00	3,50	0,1394
VF	T2	4	4,50	0,58	4,50		
VF	T3	4	3,50	1,73	4,00		

**Elaborado por:** El autor

Se realizó la prueba de kruskal-Wallis y se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 16).

**Tabla 17.** Prueba de Kruskal Wallis para capirona

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
VF	T1	4	2,25	2,22	2,00	2,66	0,3195
VF	T2	4	4,50	1,00	5,00		
VF	T3	4	2,75	2,06	3,00		

**Elaborado por:** El autor

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 17).

**Tabla 18.** Prueba de Kruskal Wallis para guarumo

Variable	TRATAMIENTO	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
VF	T1	4	3,75	1,89	4,50	0,46	0,8078
VF	T2	4	3,75	1,89	4,50		
VF	T3	4	3,25	1,26	3,00		

**Elaborado por:** El autor

Se realizó la prueba de kruskal-Wallis y se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 18).

**Tabla 19.** *Prueba de Kruskal Wallis para jacaranda*

<u>Variable</u>	<u>TRATAMIENTO</u>	<u>N</u>	<u>Medias</u>	<u>D.E.</u>	<u>Medianas</u>	<u>H</u>	<u>p</u>
VF	T1	4	2,25	2,06	2,00	1,04	0,6099
VF	T2	4	3,25	1,26	3,00		
VF	T3	4	3,25	1,71	3,50		

**Elaborado por:** El autor

Se realizó la prueba de kruskal-Wallis y se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 19).

**Tabla 20.** *Prueba de Kruskal Wallis para laurel*

<u>Variable</u>	<u>TRATAMIENTO</u>	<u>N</u>	<u>Medias</u>	<u>D.E.</u>	<u>Medianas</u>	<u>H</u>	<u>p</u>
VF	T1	4	4,50	1,00	5,00	4,31	0,1671
VF	T2	4	4,25	0,50	4,00		
VF	T3	4	3,25	0,50	3,00		

**Elaborado por:** El autor

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 20).

Para ninguna especie existe diferencia significativa para realizar los análisis con cualquiera de las 3 tinciones

### Análisis estadístico para los perímetros de las cinco especies

**Tabla 21.** *Análisis de la varianza de acuerdo al número de poros de las cinco especies estudiadas*

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
<u>Nº PORO</u>	20	0,98	0,97	21,08

**Tabla 22.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III) del número de poros respecto a las especies estudiadas*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	34732,50	4	8683,13	182,10	<0,0001
ESPECIE	34732,50	4	8683,13	182,10	<0,0001
Error	715,25	15	47,68		
<u>Total</u>	<u>35447,75</u>	<u>19</u>			

**Elaborado por:** El autor

Se ejecutó el análisis de varianza y se observó que hay diferencias significativas según el número de poros respecto a las especies (Tabla 22).

Se realizó la prueba de normalidad según Shapiro-Wilks y se comprobó que los datos no resultaron normales es decir  $p < 0,05$ . (Anexo 12).

Los datos según el número de poro, no se normalizaron por lo que se realizaron transformaciones para los datos con log, ln y raíz. Luego de las transformaciones según Shapiro-Wilks se normalizaron (anexo 14). Se consideró los datos con log base 10 para realizar el análisis de varianza

**Tabla 23.** *Análisis de la varianza para el número de poros de acuerdo a las especies estudiadas con los datos normalizados con Log*

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
<u>Log</u>	20	0,97	0,96	5,89

**Tabla 24.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III)*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,06	4	0,77	131,78	<0,0001
ESPECIE	3,06	4	0,77	131,78	<0,0001
Error	0,09	15	0,01		
Total	3,15	19			

**Elaborado por:** El autor

**Tabla 25.** *Prueba de Tukey de acuerdo al número de poros observados de las cinco especies estudiadas*

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,16637

Error: 0,0058 gl: 15

ESPECIE	Medias	n	E.E.		
GUARUMO	1,05	4	0,04	A	
JACARANDA	1,05	4	0,04	A	
BALSA	1,08	4	0,04	A	B
LAUREL	1,22	4	0,04		B
CAPIRONA	2,07	4	0,04		C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** El autor

Según la prueba de Tukey de acuerdo al número de poros observados por cada especie, se evidencian tres categorías (A, B y C), donde; el guarumo, la jacaranda y la balsa se ubican en la misma categoría (A); mientras que la balsa y el laurel comparten la segunda categoría (B); y la Capirona 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 25).

**Tabla 26.** *Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo al perímetro de las cinco especies estudiadas*

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SOLITARIO	20	0,95	0,94	9,10

**Tabla 27.** *Análisis de la Varianza (SC tipo III)*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	144370012,96	4	36092503,24	69,56	<0,0001
ESPECIE	144370012,96	4	36092503,24	69,56	<0,0001
Error	7783146,58	15	518876,44		
Total	152153159,54	19			

**Elaborado por:** El autor

Según el análisis de varianza si existen diferencias significativas por lo que se requiere verificar la normalidad de los datos con los residuos de los datos aplicando Shapiro-Wilks.

**Tabla 28.** *Shapiro-Wilks (modificado)*

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SOLITARIO	20	0,00	640,03	0,95	0,6937

**Tabla 29.** *Prueba de Tukey de acuerdo al perímetro de los poros solitarios de las cinco especies estudiadas*

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1572,83675

Error: 518876,4387 gl: 15

ESPECIE	Medias	n	E.E.	
CAPIRONA	3621,78	4	360,17	A
JACARANDA	7164,01	4	360,17	B
LAUREL	7206,08	4	360,17	B
GUARUMO	10739,23	4	360,17	C
BALSA	10850,63	4	360,17	C

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

**Elaborado por:** El autor

Según la prueba de Tukey de acuerdo al perímetro de los poros solitarios, se observó que la balsa y el guarumo pertenecen a la misma categoría (C) y presentan los poros solitarios más grandes, seguidos de la jacaranda y el laurel que pertenecen a la misma categoría (B) con los poros solitarios medianos, por último la jacaranda pertenece a una tercer categoría (A) con los poros solitarios pequeños (Tabla 29).

**Tabla 30.** Análisis de la varianza para los poros múltiples de acuerdo al perímetro de las cinco especies estudiadas

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MÚLTIPLE	20	0,77	0,71	18,96

**Tabla 31.** Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	106549123,65	4	26637280,91	12,91	0,0001
ESPECIE	106549123,65	4	26637280,91	12,91	0,0001
Error	30937991,70	15	2062532,78		
Total	137487115,35	19			

**Elaborado por:** El autor

**Tabla 32.** Prueba de Tukey de acuerdo al perímetro de los poros múltiples de las cinco especies estudiadas

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3135,82706

Error: 2062532,7800 gl: 15

ESPECIE	Medias	n	E.E.	
CAPIRONA	3780,85	4	718,08	A
LAUREL	7115,26	4	718,08	B
JACARANDA	7197,70	4	718,08	B
GUARUMO	9114,46	4	718,08	B C
BALSA	10660,14	4	718,08	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por:** El autor

Según la prueba de Tukey de acuerdo al perímetro de los poros múltiples se observó que la balsa y el guarumo pertenecen a la misma categoría (C) y presentan los poros más grandes, seguidos del laurel, la jacaranda y el guarumo que pertenecen a la categoría (B) y presenta los poros medianos, por último la Capirona pertenece a la categoría (A) y presenta los poros pequeños (Tabla 32) (Anexo 17).

**Tabla 33.** Características de las especies estudiadas según el tipo y cantidad de poros en 1  $cm^2$

Especie	Solitario	Múltiple de 2	Múltiple de 3	Múltiple de 4	Total poros/ $cm^2$	Tamaño de poros
<b>Balsa</b>	69	12	4	-	85	Grande
<b>Guarumo</b>	78	15	6	2	101	Grande
<b>Laurel</b>	527	164	30	-	721	Mediano
<b>Jacaranda</b>	170	83	6	2	261	Mediano
<b>Capirona</b>	1612	890	156	18	2676	Pequeño

**Elaborado por:** El autor

De acuerdo a los poros que presenta cada especie se pudo determinar que entre las mismas existen poros grandes, pequeños y medianos; características que influye en la cantidad de poros que se puede encontrar en una área determina ( $cm^2$ ). La balsa es la especie que presenta los poros más grandes y la capirona los poros más pequeños (Tabla 33) (Anexo 35-39).

**Tabla 34.** *Morfología de los poros de cada especie estudiada*

Morfología	<i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa)		<i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo)		<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)		<i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda)		<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capiroña)	
	Número de poros	%	Número de poros	%	Número de poros	%	Número de poros	%	Número de poros	%
<b>Circular</b>	8	7,55	12	9	101	10,69	7	1,93	206	5,24
<b>Ovalado</b>	82	77,36	91	68	424	44,87	257	70,99	293	7,45
<b>Elíptico</b>	3	2,83	4	3	76	8,04	9	2,49	878	22,33
<b>Irregular</b>	13	12,26	27	20	344	36,40	89	24,59	2555	64,98
<b>Total</b>	<b>106</b>	<b>100</b>	<b>134</b>	<b>100</b>	<b>945</b>	<b>100</b>	<b>362</b>	<b>100</b>	<b>3932</b>	<b>100</b>

Elaborado por: El autor

Para el detalle de la morfología de los poros de cada especie, se establecieron cuatro (4) grupos de acuerdo a las formas geométricas; circulares, ovaladas, elípticas e irregulares. Cada una de las especies presenta un porcentaje característico con respecto a la cantidad y forma de los poros en un centímetro cuadrado. De acuerdo a la forma de los poros, en *Ochroma pyramidale* (balsa), *Cecropia marginalis* (Guarumo) y *Cordia alliodora* (Laurel) predominan los poros ovalados y los que se presentan en menor porcentaje son los poros elípticos; en *Jacaranda copaia* (Jacaranda) predominan los poros ovalados y los que se presentan en menor porcentaje son los poros circulares; en *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) predominan los poros irregulares y los que se presentan en menor porcentaje son los poros circulares (Tabla 34) (Anexo 35-39).

**Tabla 35.** Determinación de la densidad para cada especie estudiada

<b>Especie</b>	<b>Masa (g)</b>	<b>Volumen (cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Densidad <math>\rho</math>=g/cm<sup>3</sup></b>
<i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa)	2,26	7,92	<b>0,29</b>
<i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo)	3,70	8,44	0,44
<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)	3,50	8,51	0,41
<i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda)	3,83	8,53	0,45
<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona)	7,22	8,50	<b>0,85</b>

**Elaborado por:** El autor

De acuerdo a las características y propiedades que presenta cada especie, se obtiene diferentes densidades, es así que *Ochroma pyramidale* (Balsa) presentó la menor densidad, mientras que *Calycophyllum spruceanum* (Capirona) presentó la mayor densidad. *Cordia alliodora* (Laurel), *Cecropia marginalis* (Guarumo), *Jacaranda copaia* (Jacaranda) presentaron densidades muy parecidas.

- **Comparar las características anatómicas de la madera de las cinco especies forestales.**

Codificación utilizada en tablas:

oA= orceina A

oB= orceina B

Vb= Verde brillante

**Tabla 36.** Estructuras observadas con los tres tintes en la sección transversal de las 5 especies estudiadas

Estructura	<i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa)			<i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo)			<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)			<i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda)			<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capiroña)		
	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb
<b>Poros</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Parénquima</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Radios</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Porosidad</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Tílide</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Total</b>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Elaborado por:** El autor

En la sección transversal, dado que se realizó correctamente los cortes de esta sección y los tintes utilizados resultaron muy afín para cada especie, en las cinco especies se pudo observar todas las estructuras. (Tabla 36).

**Tabla 37.** Estructuras observadas con los tres tintes en la sección radial de las 5 especies estudiadas

Estructura	<i>Ochroma pyramidale</i> (Balsa)			<i>Cecropia marginalis</i> (Guarumo)			<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)			<i>Jacaranda copaia</i> (Jacaranda)			<i>Calycophyllum spruceanum</i> (Capirona)		
	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb
<b>Miembro del vaso</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Fibras</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Punteadura</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Vasos</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Total</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Elaborado por: El autor

En la sección radial se logró observar todas las estructuras para las cinco especies con las tres tinciones (Tabla 37).

**Tabla 38.** Estructuras observadas con los tres tintes en la sección tangencial de las 5 especies estudiadas

Estructuras	<i>Ochroma pyramidale</i> (balsa)			<i>Cecropia marginalis</i> (guarumo)			<i>Cordia alliodora</i> (laurel)			<i>Jacaranda copaia</i> (jacaranda)			<i>Calycophyllum spruceanum</i> (capirona)		
	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb	oA	oB	Vb
<b>Vasos</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Fibras</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Punteadura</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Radios</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Total</b>	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Elaborado por: El autor

En la sección tangencial, se pudo observar todas las estructuras para las cinco especies (Tabla 38).

**Tabla 39.** Resumen de las características macroscópicas de las 5 especies estudiadas

Características	<i>Ochroma pyramidale</i> (balsa)	<i>Cecropia marginalis</i> (guarumo)	<i>Cordia alliodora</i> (laurel)	<i>Jacaranda copaia</i> (jacaranda)	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (capirona)
<b>Color</b>	Blanco rosado	Marrón pálido	Albura: Blanco rosáceo Duramen: café	Amarilla	Marrón muy pálido
<b>Olor</b>	Ausente	Ausente	Agradable	Ausente	No distintivo
<b>Sabor</b>	Ausente	Ausente	No distintivo	Ausente	Ausente
<b>Grano</b>	Recto	Recto	Recto	Recto	Recto a ligeramente inclinado
<b>Textura</b>	Media	Media	Fina	Gruesa	Fina
<b>Brillo</b>	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
<b>Veteado</b>	Jaspeado	Jaspeado	Arco superpuesto	Líneas vasculares	Bandas paralelas

**Elaborado por:** El autor

**Tabla 40.** Resumen de las características microscópicas de las 5 especies estudiadas

Características	<i>Ochroma pyramidale</i> (balsa)	<i>Cecropia marginalis</i> (guarumo)	<i>Cordia alliodora</i> (laurel)	<i>Jacaranda copaia</i> (jacaranda)	<i>Calycophyllum spruceanum</i> (capirona)
<b>Poros</b>	Solitarios, múltiples radiales de 2, escasos múltiples de 3.	Solitarios, múltiples radiales de 2 y 3 poros, escasos múltiples de 4	Solitarios, múltiples radiales de 2, múltiples radiales de 3, escasos múltiples de 4.	Solitarios, múltiples radiales de 2 y 3	Solitarios, múltiples radiales de 2, múltiples radiales de 3.
<b>Tamaño del poro solitarios</b>	Grandes	Grande	Mediano	Mediano	Pequeños y muy números
<b>Tamaño del poro múltiples</b>	Grandes	Mediano	Mediano	Mediano	Pequeños y muy números
<b>Parénquima</b>	Paratraqueal vasicéntrico y paratraqueal confluyente	Paratraqueal aliforme de ala gruesa y corta, paratraqueal vasicéntrico y vasicéntrico confluyente	Paratraqueal vasicéntrico y paratraqueal vasicéntrico unilateral	Paratraqueal vasicéntrico alado y alado confluyente de ala fina corta y larga.	Paratraqueal vasicéntrico
<b>Radios</b>	No estratificados	No estratificados	No estratificados	No estratificados	No estratificados
<b>Porosidad</b>	Difusa	Difusa	Semicircular	Difusa	Difusa

Elaborado por: El autor

## V. DISCUSIÓN

Según Alvarado (2010), León (2007) y Solórzano (2015), mencionan el uso de safranina en sus investigaciones para la observación de las estructuras de las especies, señalando que los resultados obtenidos fueron bastante aceptables, con la utilización del verde brillante, la orceína A y B con resultados excelentes, se logra ampliar la gama de tinciones que se pueden utilizar para observar las características microscópicas de estas especies.

*Cecropia marginalis* (guarumo) del género *Cecropia*, es una especie con características muy particulares. Según Vásquez & Junior (2011), es un género de escasa ramificación, caracterizado de tener muy grandes los órganos vegetativos, además de tener las estructuras vegetativas y reproductivas muy variables, se establece el tamaño de las hojas y los lóbulos de la mismas como la principal variación entre las especies. Cuando el árbol es muy joven presenta mayor tamaño en las hojas, *C. putumayonis* y *C. subintegra* tienen una variación en el número de lóbulos entre 5-20, pero la especie de este estudio *Cecropia marginalis* presenta entre 7-9 lóbulos.

León & Williams (2012), mencionan en su investigación que *C. peltata* comparte varias características con *C. marginalis* de la presente investigación a excepción del parénquima ya que en *Cecropia peltata* presenta un parénquima paratraqueal aliforme de ala corta y confluyente, mientras que *Cecropia marginalis* presenta varios tipos de parénquima como paratraqueal aliforme de ala gruesa y corta, paratraqueal vasicéntrico y vasicéntrico confluyente.

La especie *Jacaranda copaia* presenta una madera de coloración amarilla sin diferencia entre la albura del duramen, de brillo medio, grano recto, textura gruesa, vetado líneas vasculares, olor ausente y sabor ausente. Los poros en su mayoría solitarios seguidos de múltiples radiales de 2 y 3 con porosidad difusa. Características muy similares identificadas en la investigación de León (2007), además de compartir ciertas características con *J. filicifolia*.

Araya & Roque (2013) en su investigación manifiestan que *J. copaia* presenta similitud a las estructuras encontradas en la presente investigación a excepción del parénquima, indica que el parénquima es aliforme con bandas gruesas mientras que el presentado en

esta investigación es de aliforme de ala fina corta y larga. Respecto a *Ochroma pyramidale* menciona sobre el parénquima, que existe ausencia de bandas de parénquima; mientras que el encontrado en esta investigación fue parénquima paratraqueal vasicéntrico. Sobre *Cordia alliodora* presenta similitud en cuanto a las características registradas en este trabajo de investigación.

Pantigoso (2009), manifiesta que *Calycophyllum spruceanum* presenta similitud a lo mencionado en esta investigación respecto a las características dendrológicas y anatómicas de la especie, también menciona que no utilizó colorantes para la observación de las características microscópicas únicamente humedeció las muestras para lograr el contraste de las mismas. Lo que permite establecer que el agua es de gran ayuda para observar estas estructuras, los colorantes utilizados en la presente investigación también brindaron resultados excelentes ya que el contraste de color resalta las diferentes estructuras de manera más clara.

Herrero (2011), de acuerdo a su técnica histológica, manifiesta que para cortar material a ser analizado en laboratorio se pueden utilizar algunos métodos como infiltrar el material con parafina o congelar la muestra utilizando el micrótopo de congelación el cual consiste en liberar CO<sub>2</sub> formando nieve carbónica para enfriar la pieza y poder realizar el corte, pero también manifiesta que los cortes obtenidos son demasiado gruesos (entre 20 y 30 µm) para la histología convencional. En esta investigación se logró obtener resultados bastante excelentes únicamente hidratando la muestra durante 24 horas, congelándola una hora y realizando los cortes en el micrótopo rotatorio.

## **VI. CONCLUSIONES**

Se logró identificar dendrológicamente las muestras de las especies colectadas en los herbarios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo y de la Universidad Católica de Quito, llegando a determinarse el género y la especie de cada muestra. Las cinco especies pertenecen a familias diferentes pero presentan ciertas características en común como la forma cilíndrica y recta de su fuste. Respecto a las flores únicamente dos de las cinco especies presentaron una inflorescencia en forma de cima.

Las especies presentan **características macroscópicas** diferentes entre ellas. Sólo dos de las cinco especies compartieron la mayoría de sus características, únicamente difieren en su color.

Respecto al brillo y grano, las cinco especies presentan iguales características aunque en una de ellas también se observó un grano ligeramente inclinado. Sólo dos de las cinco especies presenta olor, para las tres restantes es ausente. En cuanto al sabor únicamente una especie lo presenta (no distintivo).

Entre las cinco especies se pudo observar los tres tipos de textura: dos de ellas presentaron una textura fina, las otras dos una textura gruesa y una de ellas presentó una textura gruesa. Para el veteado de las cinco especies, sólo una presentó arcos superpuestos.

Para la observación de las características microscópicas de las cinco especies se puede aplicar cualquiera de las tres tinciones utilizadas en esta investigación, ya que los resultados obtenidos fueron muy favorables permitiendo identificar perfectamente cada estructura en los diferentes planos de la madera con la orceina A, orceina B y verde brillante.

Las **características anatómicas** de las especies en estudio presentan ciertas similitudes, de acuerdo al tipo de poros, las cinco especies tienen poros solitarios, múltiples radiales de 2 y 3 poros, adicionalmente dos de ellas presentan escasos múltiples de 4. Las cinco especies presentan radios no estratificados. El tamaño de los poros varía entre algunas especies, de las cinco especies *Ochroma pyramidale* es la que presenta los poros más grandes; mientras que *Calycophyllum spruceanum* fue la especie con los poros

pequeños. El parénquima de todas las especies coincide parcialmente, es paratraqueal vasicéntrico.

De acuerdo a la cantidad y el tamaño de los poros se llegó a la siguiente conclusión: mientras los poros son más pequeños y se encuentran mayor cantidad de poros por centímetro cuadrado la madera será más dura y presenta una densidad mayor; de lo contrario, si la madera presenta poros más grandes y en menor cantidad la madera es más blanda con una densidad menor.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda para futuras investigaciones, complementar los estudios con las propiedades físicas y mecánicas de las especies a fin de generar información completa y útil al sector forestal y a la industria.

Para que la identificación de las especies se realice de manera adecuada, se recomienda en lo posible que las hojas, flores y frutos estén insertas en la misma muestra.

Es importante realizar un estudio fenológico de las especies, con el propósito de ampliar la información de las características macroscópicas;

Para determinar las características microscópicas, se recomienda ser cuidadosos de no saturar las muestras laminadas con las tinciones, ya que esto podría impedir que se observen todas las estructuras.

Para próximos estudios se recomienda realizar pruebas con otros tintes, para lograr ampliar la gama de colorantes que se puedan ocupar en la observación de las estructuras anatómicas para las especies.

## **VIII. RESUMEN**

El Ecuador es un país mega diverso con una gran variedad de especies forestales de gran valor económico, pero la información a detalle de estas especies es muy limitada, la presente investigación propone: Describir las características anatómicas de la madera de cinco especies comerciales de la parroquia el Dorado, cantón Francisco de Orellana, perteneciente a la provincia Orellana; para brindar información de calidad al sector forestal e industrial en busca de garantizar un mejor aprovechamiento de las diferentes especies forestales. Para describir dendrológicamente las cinco especies fue necesario recolectar muestras aéreas para ser identificadas en los herbarios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (CHEP) y la Universidad Católica de Quito (QCA). Además las muestras permanecerán en el herbario de la ESPOCH. Para determinar las características macroscópicas se dimensionaron las muestras a 2x9x15 cm, en las que se observaron características como el color, olor, sabor, brillo, vetado, textura; para las microscópicas se obtuvieron cubos de 2 cm de arista los mismo que se sometieron a un proceso de ablando en el autoclave a una temperatura de 121°C y una presión de 0.15 MPa, con diferente número de ciclos debido a la dureza de la madera de cada especie, con los que se cortaron laminas en el micrótopo rotatorio con un espesor de 0,3 micras, las cuales se tinturaron con orceina A, orceina B y verde brillante. Lográndose identificar las estructuras presentes en cada sección de los planos transversal (X), radial (R) y tangencial (T). Finalmente se realizó comparaciones de las características anatómicas entre las cinco especies, con las que se estableció similitudes y diferencias. Se concluye que las tinciones utilizadas son bastante adecuadas para observar las estructuras de estas especies, aunque las cinco especies pertenecen a diferentes familias con características particulares comparten alguna de ellas.

**Palabras clave:** CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA MADERA - ESPECIES COMERCIALES - TINCIONES DE LA MADERA - DENDROLOGÍA - ESPECIES FORESTALES.



## **IX. SUMMARY**

### **ABSTRACT**

Ecuador is a mega diverse country with a vast variety of forest species of great economic value. However, the detailed information of these species is very limited, the current research proposes: To describe the anatomical characteristics of the wood of five commercial species of the “El Dorado” parish, canton Francisco de Orellana, belonging to the Orellana province; to provide quality information to the forestry and industrial sector in order to guarantee a better use of the different forest species. To dendrologically describe the five species, it was necessary to collect aerial samples to be identified in the herbariums of the “Escuela Superior Politécnica de Chimborazo” (CHEP) and the “Universidad Católica de Quito” (QCA). In addition, the samples will remain in the ESPOCH herbarium. To determine the macroscopic characteristics, the samples were sized at 2x9x15 cm, in which characteristics such as color, smell, taste, brightness, veining, texture were observed. For the microscopic ones, cubes of 2 cm of edge were obtained. Those were submitted to a softening process in the autoclave at a temperature of 121 ° C and a pressure of 0.15 MPa, with different number of cycles due to the hardness of the wood of each species, with which slides were cut in the rotary microtome with a thickness of 0.3 microns, which were stained with orcein A, orcein B and bright green. It allowed to identify the current structures in each section of the transverse (X), radial (R) and tangential (T) planes. Finally, comparisons about the anatomical characteristics among the five species were made to determine and established similarities and differences. It is concluded that the stains used are quite adequate to observe the structures of these species, although the five species belong to different families with particular features shared with some of them.



**Key words:** ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF THE WOOD - COMMERCIAL SPECIES - STAINING OF WOOD - DENDROLOGY - FOREST SPECIES.

## X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J., & Guzowski, E. (2012). *Materiales y materias primas. Madera*. Recuperado el 18 de agosto de 2018, de <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/madera.pdf>
- Alvarado, J. R., Chaves, P. P., Moreano, V., Arabe, A. V., Rodriguez, D. R. O., Ghersi, A. A. T., & Lobão, M. S. (2010). *Aplicación de la técnica de análisis de imagen digital para caracterización y medición de elementos xilemáticos de especies forestales*. *Xilema*, 23(1), 62-69.
- Álvarez, H., & Fernández, J. (1992). *Fundamentos teóricos del secado de la madera*. Madrid. España: INIA.
- Araya, M., & Roque, R. M. (2013). *Claves de identificación macroscópica de la madera de 110 especies del Caribe Norte de Costa Rica*. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 10(24), 34-52.
- Barrantes, G., Chaves, H., & Vinuesa, M. (2001). *El Bosque en el Ecuador Una visión transformada para el desarrollo y la conservación*. Quito - Ecuador: COMAFORS.
- Chaparro, L. (2011). *Características organolépticas de la madera*. Recuperado el 13 de agosto de 2018, de <http://losarquitectosdelmueble.over-blog.com/article-caracteristicas-organolepticas-de-la-madera-76261774.html>
- Comisión Panamericana de Normas Técnicas. (1972). *Maderas método de determinación del peso específico aparente*. Recuperado el 23 de septiembre de 2018, de <http://materiales.azc.uam.mx/eam/Labsolidos/5NormasCopant.pdf>
- Cordero, D. (2007). *Elementos para una estrategia nacional de financiamiento forestal*. Quito – Ecuador.
- Food and Agriculture Organization. (2004). *Actualización de la evaluación de los recursos forestales mundiales a 2005. Términos y definiciones*. Recuperado el 26 de septiembre de 2018, de <http://www.fao.org/forestry/9690-0d07adfee9364a4127238bf3ffc7d6ab2.pdf>

- Food and Agriculture Organization. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales. Términos y Definiciones*. Roma. Recuperado el 23 de septiembre de 2018, de <http://www.fao.org/3/a-am665s.pdf>
- Henao Bravo, E. I., Ordóñez, Y., Velozo, C., Villalobos Soto, R., & Carrera Gambeta, F. (2015). *El bosque secundario en Centroamérica: un recurso potencial de uso limitado por procedimientos y normativas inadecuadas*. Turrialba, Costa Rica.
- Herrero, J. (2011). *Segunda práctica de histología: introducción a la técnica histológica. Inclusión y obtención de cortes histológicos*. Histología. Madrid – España.
- Hoadley, R. B. (1990). *Identifying wood: accurate results with simple tools*. USA.
- Kollmann, F. (1959). *Tecnología de la madera y sus aplicaciones*. Madrid - España: Ministerio de Agricultura.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. INAMHI (2015). *Anuario meteorológico*. Recuperado el 11 de julio de 2018, de <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202012.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. INAMHI (2016). *Boletín climatológico anual 2015*. Recuperado el 11 de julio de 2018, de [http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol\\_anu.pdf](http://www.serviciometeorologico.gob.ec/meteorologia/boletines/bol_anu.pdf)
- León, W., & Espinoza, N. (2001). *Anatomía de la madera*. Venezuela: Universidad de los Andes. Consejo de publicaciones.
- León H, W. J. (2007). *Wood anatomy of ten species of the Bignoniaceae family from Venezuela*. Acta Botánica Venezuelica, 361-384.
- León, H., & Williams, J. (2012). *Anatomía de la madera de 69 especies de la Reserva Forestal Caparo (Barinas, Venezuela)*. Universidad de Los Andes: Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida - Venezuela.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito: MAE.

- Mittermeier, R., & Goettsch, C. (1997). *Megadiversidad. Los países biológicamente más ricos del mundo*. Cemex, Ciudad de México. In Simposio (Vol. 8).
- Megías, M., Molist, P., Pombal, M. (2016). *Atlas de histología vegetal y animal. Técnicas histológicas. Tinción*. Universidad de Vigo. Recuperado de: <https://mmegias.webs.uvigo.es/descargas/tecnicas-tincion.pdf>
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. S. (2001). *Regeneración y silvicultura de bosques tropicales en Bolivia*. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR).
- Navarrete, R. (2005). *La preservación de la biodiversidad, el medioambiente y la utilización de los recursos naturales para impulsar el desarrollo sustentable y la seguridad*. (Tesis de maestría). Instituto de Altos Estudios Nacionales. Quito - Ecuador.
- Nutsch, W. (1996). *Tecnología de la madera y del mueble*. Barcelona - España: Reverté.
- Palacios, W. A. (2016). *Árboles del Ecuador*. Ibarra - Ecuador: UTN.
- Pantigoso, J. (2009). *Propiedades físicas y mecánicas de la capirona (Calycophyllum spruceanum (Benth) hook ex Schumann) Procedente de una plantación experimental en San Alejandro, Ucayali-Perú* (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales. Lima - Perú. p. 100.
- Pérez Olvera, C. D. L. P., & Quintanar Isaías, A. (1994). *Características anatómicas de la madera de cinco especies del estado de Jalisco, México*. (Tesis de grado). Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. México
- Rodríguez Rojas, M., & Sibille Martina, A. M. (1996). *Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina*. Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Organización Internacional de las Maderas Tropicales, Lima – Perú. p. 489.
- Solórzano, E. R. R., Rojas, E. E. J., & Lima, A. V. H. (2015). *Identificación anatómica de tres especies forestales de la familia bombacaceae, Tambopata-Madre de Dios*. Ceprosimad, 3(1), 07-13.

- Trópicos. (2018). *Taxonomía*. Recuperado el 8 de octubre de 2018, de <http://www.tropicos.org/>
- Tuset, R., & Duran, F. (1979). *Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización*. Montevideo- Uruguay: Agropecuaria Hemisferio Sur S.R.L. p. 688.
- Vázquez, C., Martín, A., de Silóniz, M. I., & Serrano, S. (2011). *Técnicas básicas de Microbiología*. Observación de bacterias. REDUCA (Biología), 3(5).
- Vásquez, Z., & Junior, M. (2011). *Estudio dendrológico de siete especies del género Cecropia Loefl*. Procedentes de Ucayali y Huánuco-Perú.

## **XI. ANEXOS**

**Anexo 1.** *Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo a las tinciones*

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
<u>SOLITARIO</u>	<u>12</u>	<u>0,19</u>	<u>0,02</u>	<u>32,58</u>

**Anexo 2.** *Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para los poros solitarios, múltiples de 2 y múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones*

<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>W*</u>	<u>p(Unilateral D)</u>
<u>RDUO SOLITARIO</u>	<u>12</u>	<u>0,00</u>	<u>1,52</u>	<u>0,97</u>	<u>0,9285</u>
<u>RDUO MULTIPLE 2</u>	<u>12</u>	<u>0,00</u>	<u>0,67</u>	<u>0,90</u>	<u>0,2580</u>
<u>RDUO MULTIPLE 3</u>	<u>12</u>	<u>0,00</u>	<u>0,87</u>	<u>0,87</u>	<u>0,1243</u>

**Anexo 3.** *Análisis de la varianza para los poros múltiples de 2 de acuerdo a las tinciones*

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
<u>MULTIPLE 2</u>	<u>12</u>	<u>0,29</u>	<u>0,13</u>	<u>49,69</u>

**Anexo 4.** *Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para los poros solitarios, múltiples de 2 y múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones*

<u>Variable</u>	<u>n</u>	<u>Media</u>	<u>D.E.</u>	<u>W*</u>	<u>p(Unilateral D)</u>
<u>RDUO SOLITARIO</u>	<u>12</u>	<u>0,00</u>	<u>1,40</u>	<u>0,89</u>	<u>0,2109</u>
<u>RDUO MULTIPLE 2</u>	<u>12</u>	<u>0,00</u>	<u>0,50</u>	<u>0,76</u>	<u>0,0018</u>
<u>RDUO MULTIPLE 3</u>	<u>12</u>	<u>0,00</u>	<u>0,94</u>	<u>0,93</u>	<u>0,5663</u>

**Anexo 5.** *Análisis de la varianza para los poros múltiples de 3 de acuerdo a las tinciones*

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
<u>MULTIPLE 3</u>	<u>12</u>	<u>0,07</u>	<u>0,00</u>	<u>104,4</u>

**Anexo 6.** Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para los poros solitarios, múltiples de 2 y múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SOLITARIO	12	0,00	8,22	0,90	0,2848
RDUO MULTIPLE 2	12	0,00	5,45	0,94	0,6093
RDUO MULTIPLE 3	12	0,00	2,31	0,90	0,3022

**Anexo 7.** Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo a las tinciones

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SOLITARIOS	12	0,14	0,00	44,16

**Anexo 8.** Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para los poros solitarios, múltiples de 2 y múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SOLITARIO	12	0,00	1,69	0,79	0,0076
RDUO MULTIPLE 2	12	0,00	1,11	0,96	0,8390
RDUO MULTIPLE 3	12	0,00	0,26	0,67	<0,0001

**Anexo 9.** Análisis de la varianza para los poros múltiples de 3 de acuerdo a las tinciones

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MULTIPLE 3	12	0,11	0,00	113,55

**Anexo 10.** Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para los poros solitarios, múltiples de 2 y múltiples de 3, de acuerdo a las tinciones

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SOLITARIO	12	0,00	1,06	0,95	0,7204
RDUO MULTIPLE 2	12	0,00	1,16	0,93	0,5000
RDUO MULTIPLE 3	12	0,00	0,00	sd	>0,9999

**Anexo 11.** Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo a las tinciones

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SOLITARIO	12	0,17	0,00	18,24

**Anexo 12.** Prueba de normalidad según Shapiro-Wilks para el número de poros, de acuerdo a las especies

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SOLITARIO	20	0,00	640,03	0,95	0,6937
RDUO N° PORO	20	0,00	6.14	0,86	0,0180
RDUO MÚLTIPLE	20	0,00	1276,05	0,95	0,6462

**Anexo 13.** Análisis de la varianza para los poros múltiples de 2 de acuerdo a las tinciones

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MÚLTIPLE 2	12	0,02	0,00	23,62

**Anexo 14.** Luego de las transformaciones según Shapiro-Wilks

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Log	20	0,00	0,07	0,98	0,9356
RDUO Ln	20	0,00	0,16	0,98	0,9356
RDUO raíz	20	0,00	0,38	0,95	0,6770

**Anexo 15.** Análisis de la varianza para los poros múltiples de 3 de acuerdo a las tinciones

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MÚLTIPLE 3	12	0,06	0,00	63,74

**Anexo 16.** Análisis de la varianza para los poros múltiples de 2 de acuerdo a las tinciones

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
MÚLTIPLE 2	12	0,04	0,00	61,24

**Anexo 17.** Análisis de la varianza para los poros solitarios de acuerdo a las tinciones

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
SOLITARIO	12	0,28	0,11	12,17

**Anexo 18.** *Análisis de la varianza para los poros múltiples de 2 de acuerdo a las tinciones*

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> Aj</u>	<u>CV</u>
<u>MULTIPLE 2</u>	<u>12</u>	<u>0,09</u>	<u>0,00</u>	<u>39,39</u>

**Anexo 19.** *Dimensionado de los cubos 2cm<sup>2</sup>*



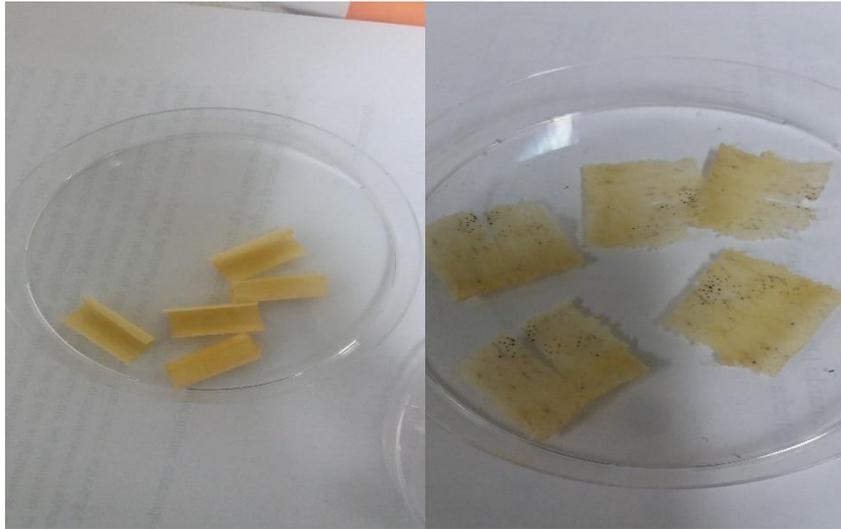
**Anexo 20.** *Ablandamiento de las muestras en autoclave*



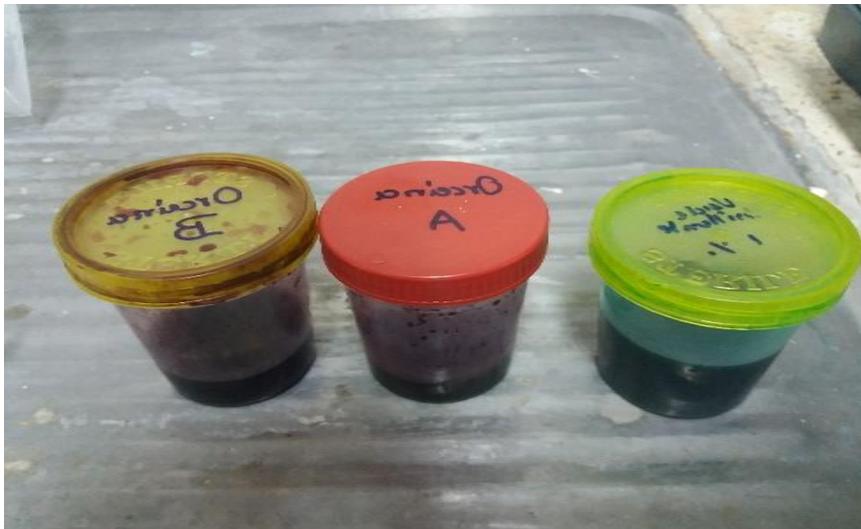
**Anexo 21.** *Corte de las muestras en el micrótopo*



**Anexo 22. Láminas de las secciones de la madera**



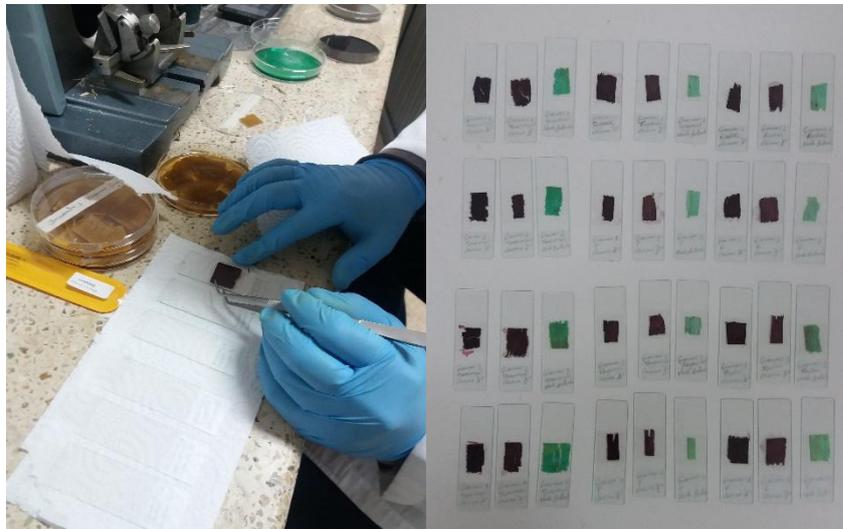
**Anexo 23. Tintes utilizados**



**Anexo 24. Tinturado de las láminas de madera**



**Anexo 25. Placas con las muestras tinturadas**



**Anexo 26. Observación y registro de las muestras**



**Anexo 27.** *Tabla de color de Munsell*



**Anexo 28.** *Muestras de 30 cm para la xiloteca de* **a.** *Ochroma pyramidale (Balsa)* **b.** *Cecropia marginalis (Guarumo)* **c.** *Cordia alliodora (Laurel)* **d.** *Jacaranda copaia (Jacaranda)* **e.** *Calycophyllum spruceanum (Capirona)*

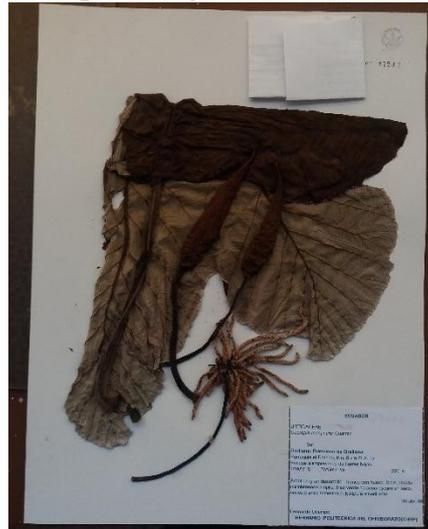


## Anexo 29. Montaje de las cinco especies

### Montaje de las especies



### *Cecropia marginalis* (Guarumo)



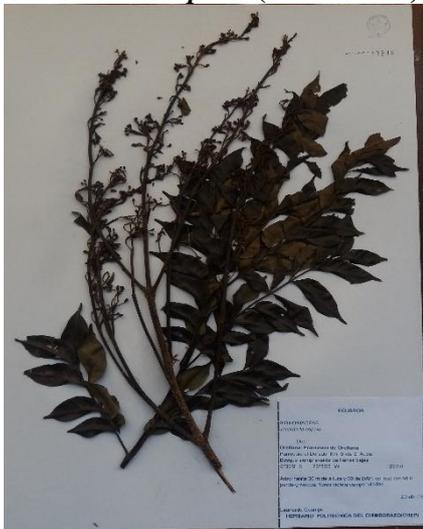
### *Cordia alliodora* (Laurel)



### *Calycophyllum spruceanum* (Capirona)



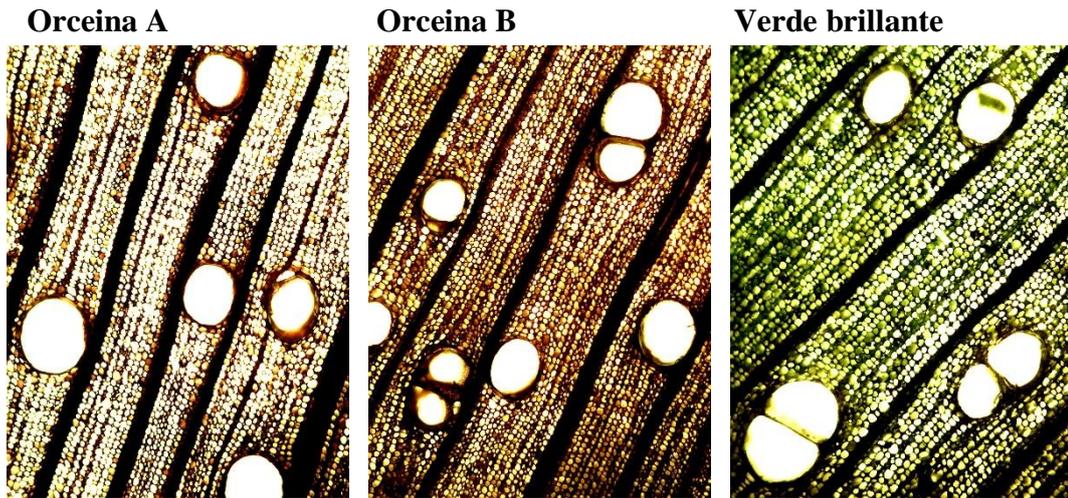
### *Jacaranda copaia* (Jacaranda)



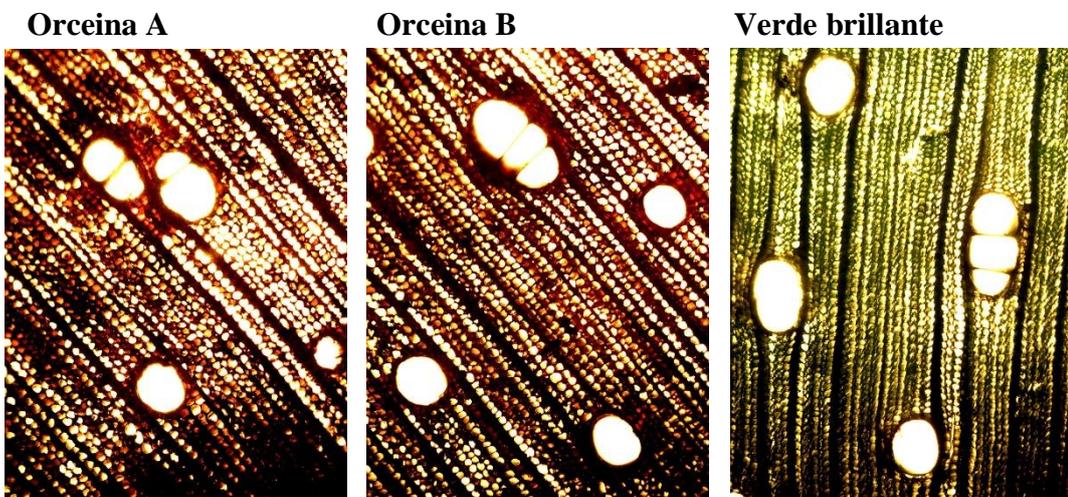
### *Ochroma pyramidale* (Balsa)



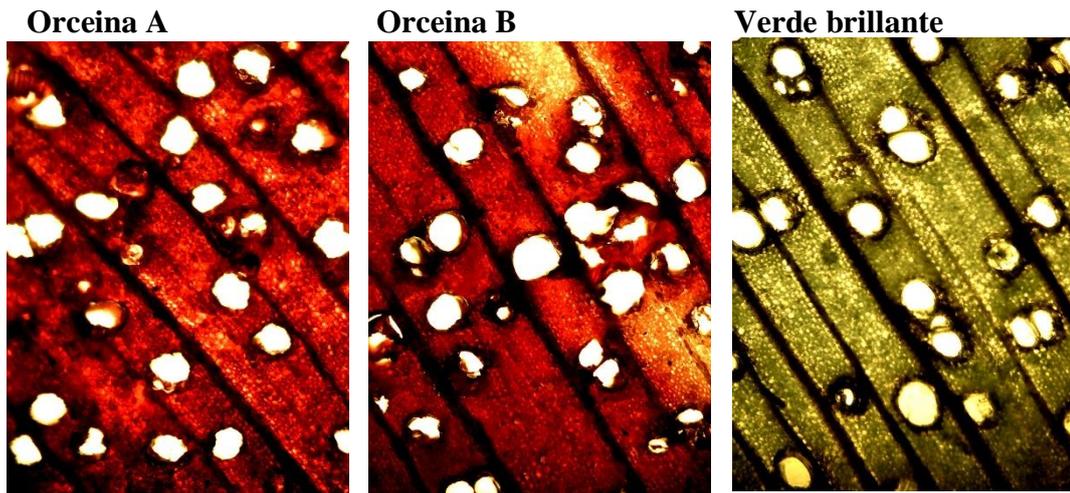
**Anexo 30.** *Corte transversal de Ochroma pyramidale (Balsa) 4x*



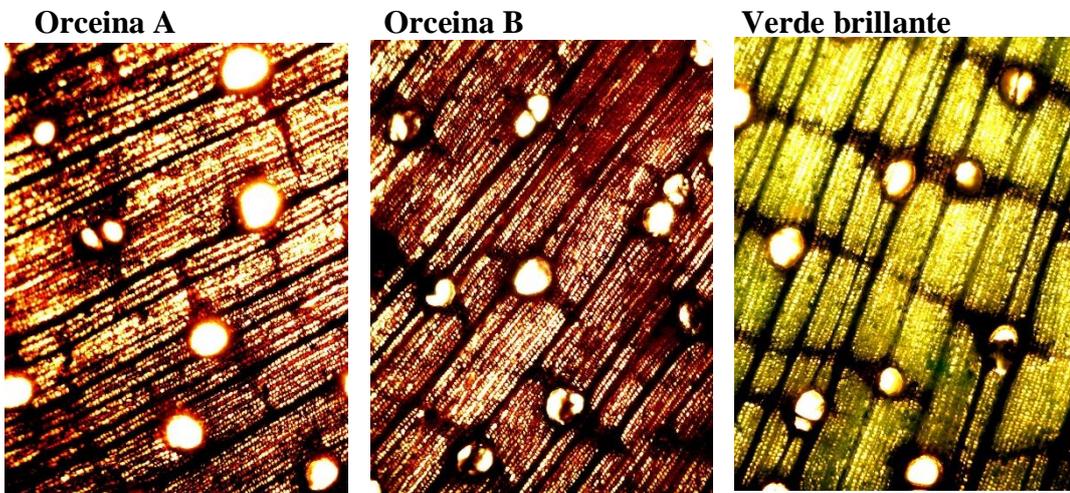
**Anexo 31.** *Corte transversal de Cecropia marginalis (Guarumo) 4x*



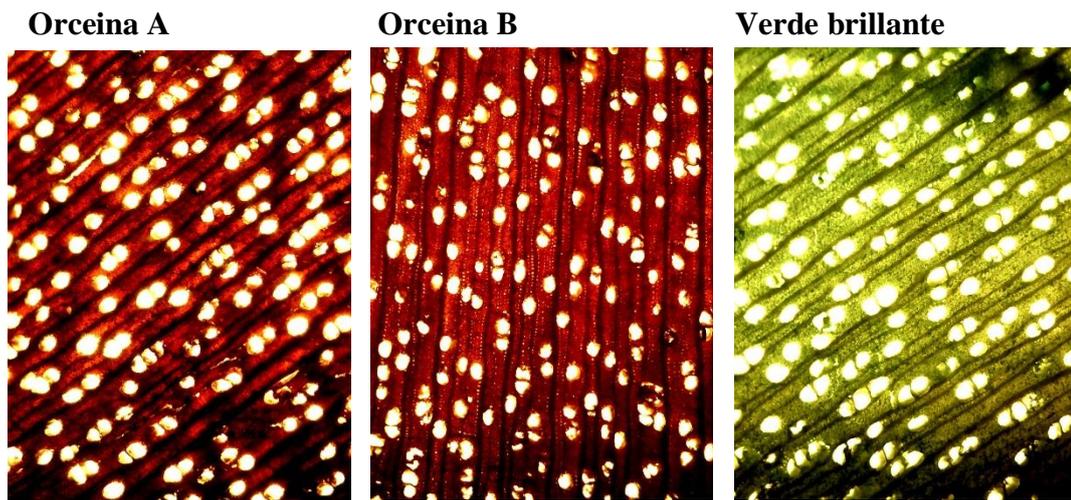
**Anexo 32. Corte transversal de *Cordia alliodora* (laurel) 4x**



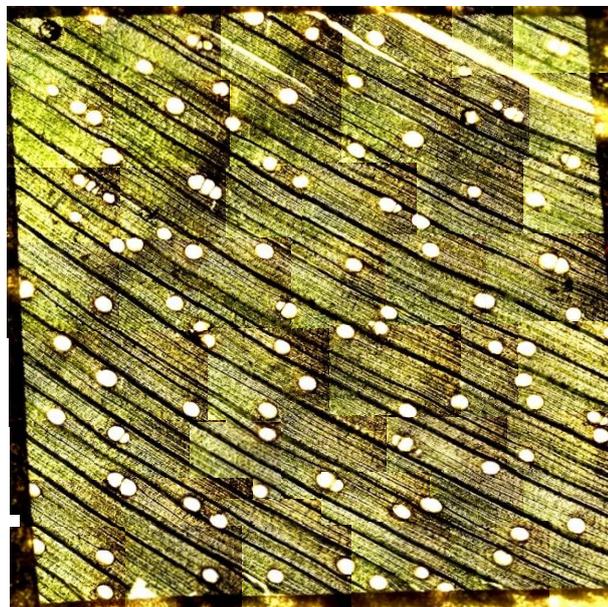
**Anexo 33. Corte transversal de *Jacaranda copaia* (jacaranda) 4x**



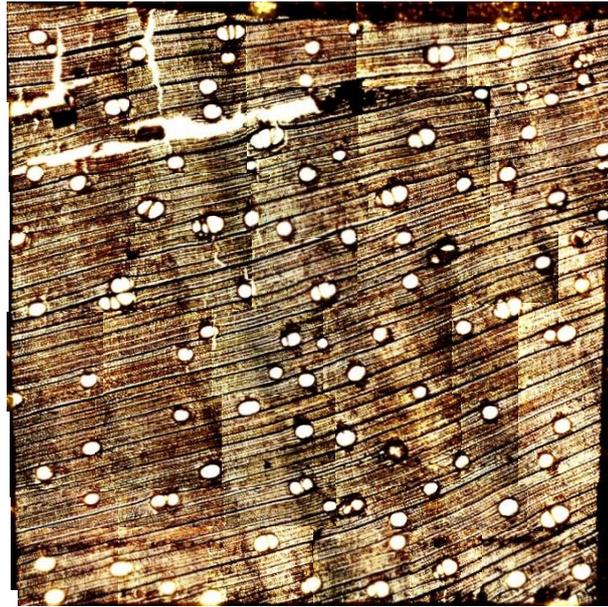
**Anexo 34.** *Corte transversal de Calycophyllum spruceanum (Capirona) 4x*



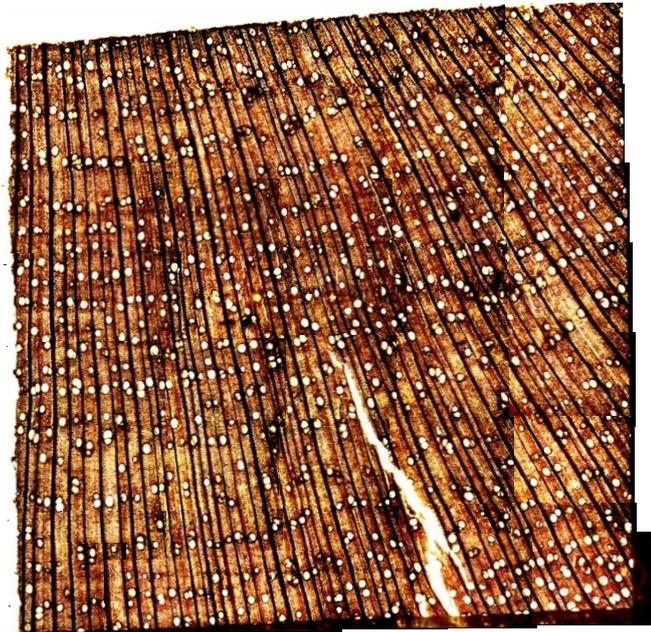
**Anexo 35.** *Corte transversal de Ochroma pyramidale (Balsa) 4x en 1cm<sup>2</sup>*



**Anexo 36.** Corte transversal de *Cecropia marginalis* (Guarumo) 4x en 1cm<sup>2</sup>



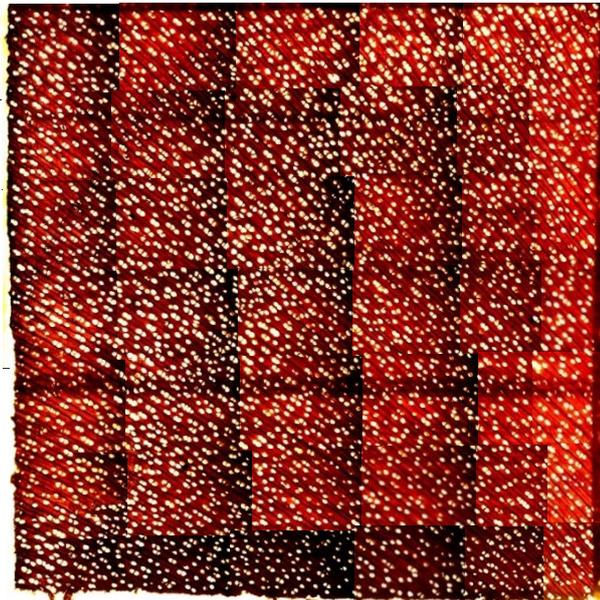
**Anexo 37.** Corte transversal de *Cordia alliodora* (laurel) 4x en 1cm<sup>2</sup>



**Anexo 38.** Corte transversal de *Jacaranda copaia* (jacaranda) 4x en 1cm<sup>2</sup>



**Anexo 39.** Corte transversal de *Calycophyllum spruceanum* (Capiroña) 4x en 1cm<sup>2</sup>



**Anexo 40.** *Códigos de ubicación de las muestras en el herbario y xiloteca de la ESPOCH*

<b>N° DE CARTULINA</b>	<b>CODIGO</b>	<b>FAMILIA</b>	<b>ESPECIE</b>
17543	4395	Urticaceae	<i>Cecropia marginalis</i>
17544	4396	Boraginaceae	<i>Cordia alliodora</i>
17545	4397	Rubiaceae	<i>Calycophyllum spruceanum</i>
17546	4398	Bignoniaceae	<i>Jacaranda copaia</i>
17547	4399	Malvaceae	<i>Ochroma pyramidale</i>

Oficio Nro. MAE-DPAO-2018-0962-O

Oficio Nro. MAE-DPAO-2018-0962-O

Puerto Francisco de Orellana, 06 de junio de 2018

Solicitante  
Leonardo David Ocampo Vera  
En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al Oficio s/n, remitido a esta Cartera de Estado, con el Trámite No. MAE-DPAO-2018-2588-E, mediante el cual solicitan un permiso de investigación, después de haber revisado la documentación y cumplir con los requisitos necesarios, se emite la Autorización de Investigación científica en vista que el Ministerio del Ambiente (MAE) y la Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT), han acordado los términos generales para la etapa de transición hasta que entre en vigencia los respectivos reglamentos, por tanto el MAE continuará otorgando los permisos de colecta y guía de movilización; según la disposición MAE-VMA-2018-0095-M y el Memorando Nro. MAE-DNB-2018-1004-M; por la cual otorga la presente **Autorización de Investigación Científica N° 008-2018-IC- DPAO/AVS**, para el señor:

INVESTIGADOR	NACIONALIDAD	C.I. / PASAPORTE	COMPONENTE
Sr. Leonardo David Ocampo Vera	Ecuatoriana	2200049399	Flora - forestal

Investigador de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), quien realizará la investigación de tesis con el título: ***“Descripción de las Características anatómicas de la madera de cinco especies comerciales de la parroquia El Dorado Cantón Fco. De Orellana, Provincia de Orellana”.***

Se responsabiliza al Sr. Leonardo Ocampo Vera y a la Ing. Norma Lara Vásconez – DIRECTORA DE LA ESCUELA COORDINADORA UNIDAD DE TITULACION (ESPOCH) que constan en el presente documento de las obligaciones y responsabilidades adquiridas en la Autorización de investigación Científica, **además se deberá obtener una licencia de manejo forestal para la respectiva movilización del producto forestal.**

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Papel Ecológico

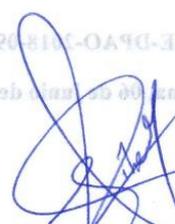


\* Documento generado por Quipux



Oficio Nro. MAE-DPAO-2018-0962-O

Puerto Francisco de Orellana, 06 de junio de 2018

  
**Documento firmado electrónicamente**

Ing. Liber Freddy Macias Pin

**DIRECCION PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE ORELLANA**

Referencias:

- MAE-DPAO-2018-2855-E

Anexos:

- mae-dpao-2018-2855-e.pdf

- pic\_espoch\_08-2018\_tesis.pdf

Copia:

Señorita Ingeniera

Alba Marina Sisalima Imbaquingo

**Coordinadora de la Unidad de Patrimonio Natural**

Señor Biólogo

Diego Fernando Naranjo Cruz

**Responsable de Vida Silvestre**

Señorita

Tanya Rubi Villalba Chumo

**Guardaparque**

Señora

Yadira Alexandra Veloz Cevallos

**Secretaria Provincial**

Señorita Bióloga

Nancy del Rocío Enríquez Guñay

**Asistente de Vida Silvestre Provincial**

Señor Ingeniero

Mario Urcesino Alarcón Cuaspa

**Responsable de la Oficina Técnica Forestal Fco. de Orellana**

ne/dn/as



Quito, 30 de Octubre de 2018

## CERTIFICADO DE IDENTIFICACIÓN

El espécimen examinado corresponde a:

***Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.**

- Clase: Equisetopsida C. Agardh
- Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.
- Superorden: Asteranae Takht.
- Orden: Gentianales Juss. ex Bercht. & J. Presl
- Familia: Rubiaceae Juss.
- Género: *Calycophyllum* DC.
- Especie: *Calycophyllum spruceanum* (Benth.) Hook. f. ex K. Schum.
- Nombre común: capirona de río


Álvaro J. Pérez

Curador de Angiospermas Herbario QCA





## 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.053.CHEP.2018

Riobamba, 11 de diciembre del  
2018

Ing. Liber Freddy Macias

**DIRECTORA PROVINCIAL DE ORELLANA "MAE"**

De mis consideracion:

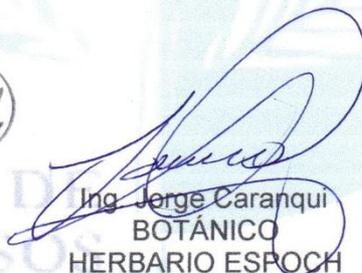
Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente Certifico que el señor Ocampo Vera Leonardo David con CI: 220004939-9, tesista de Ingeniería Forestal, entregó 5 muestras botánicas fértiles (listado), para ser identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador; según autorización de Investigación No 008-2018-IC-DPAO/AVC. Las muestras fértiles fueron ingresadas y procesadas en el herbario.

Nº	ESPECIE	ESTADO
1	<i>Cecropia marginalis</i>	fétil
2	<i>Cordia alliodora</i>	fétil
3	<i>Calycophyllum spruceanum</i>	fétil
4	<i>Jacaranda copaia</i>	fétil
5	<i>Ochroma pyramidale</i>	fétil

Me despido

Atentamente



  
Ing. Jorge Caranqui  
BOTÁNICO  
HERBARIO ESPOCH