



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL

**“CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE TRES ESPECIES
FORESTALES COMERCIALES MEDIANTE TINCIONES,
PROCEDENTES DEL BOSQUE ANÁLOGO DON RAMÓN,
UBICADO EN EL CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO”**

TRABAJO DE TITULACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

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

ANA LIZBETH CAUJA ROBLES

RIOBAMBA – ECUADOR

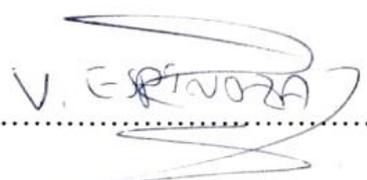
2019

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado: "CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE TRES ESPECIES FORESTALES COMERCIALES MEDIANTE TINCIONES, PROCEDENTES DEL BOSQUE ANÁLOGO DON RAMÓN, UBICADO EN EL CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO", de responsabilidad de la Srta. Ana Lizbeth Cauja Robles, ha sido prolijamente revisado quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN

1. 
2019/07/05
.....
Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda
Fecha
DIRECTOR

2. 
2019/07/05
.....
Ing. Víctor Manuel Espinoza
Fecha
MIEMBRO

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Ana Lizbeth Cauja Robles, 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, 27 de junio de 2019



Ana Lizbeth Cauja Robles

100398649-2

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo es de propiedad intelectual del autor y de la escuela de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.



Ana Lizbeth Cauja Robles

100398649-2

DEDICATORIA

A mis padres, Gladis Alicia Robles y Nelson Gilberto Cauja Orozco por su gran sacrificio y amor constante para poder culminar uno de mis objetivos, por guiarme siempre en el camino de Dios, enseñándome el valor para luchar por mis sueños, a mis hermanos, Sandra Huertas y Nicolás Cauja por su cariño y apoyo incondicional, además familiares y amigos por su apoyo y cariño brindado a cada paso de mi vida.

Ana Lizbeth Cauja Robles

AGRADECIMIENTO

A Dios por todas las bendiciones en mi vida y permitirme vivir cada día de su amor y bondad.

Muy exclusivo y sincero agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Forestal, a los docentes, personal directivo y administrativo, y en mayor énfasis al Ing. Eduardo Salazar, Ing. Manolo Espinoza, Ing. Carlos Capiro y la Ing. Ana Cunachi por brindarme una cálida amistad, su eventual y desinteresado apoyo, por su tiempo y su excelente dirección en el desarrollo de mi investigación.

ÍNDICE

I. “CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE TRES ESPECIES FORESTALES COMERCIALES MEDIANTE TINCIONES, PROCEDENTES DEL BOSQUE ANÁLOGO DON RAMÓN, UBICADO EN EL CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”	1
II. INTRODUCCIÓN	1
A. JUSTIFICACIÓN	2
B. OBJETIVOS	3
1. General	3
2. Específicos	3
C. HIPÓTESIS	4
1. Hipótesis nula.....	4
2. Hipótesis alternativa	4
III. REVISIÓN LITERARIA.....	5
Bosque análogo	5
Importancia comercial de las especies forestales.....	6
Herbario.....	6
Sistema de clasificación APG	7
Características macroscópicas.....	7
a. Color.....	8
b. Olor	8
c. Sabor	8
d. Brillo	8
e. Textura	9
f. Veteado	9
g. Grano.....	10
h. Dureza y peso	10
Características microscópicas	10

Anillos de crecimiento.....	11
Parénquima.....	11
Poros.....	13
Radios medulares.....	14
Traqueidas vasculares.....	14
Traqueidas vasicéntricas.....	14
Planos de observación de la madera.....	15
<input type="checkbox"/> Sección transversal (Corte X)	15
<input type="checkbox"/> Sección radial (Corte R).....	15
<input type="checkbox"/> Sección tangencial (Corte T).....	15
Densidad de la madera	15
Determinación de la densidad	16
Tinciones	16
1. Tinción:	16
2. Lavado:.....	16
3. Deshidratación.....	16
4. Fijado:	16
Básicos:.....	17
Ácidos:.....	17
Colorantes mordientes:.....	17
Neutros:	17
Indiferentes o hidrofóbicos:.....	17
Composición de tinciones	17
1. Safranina	17
2. Azul N°1	18
3. Verde malaquita	18
IV. MATERIALES Y METODOS	19

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR	19
1. Localización	19
2. Características climáticas	20
3. Clasificación ecológica	20
B. MATERIALES	20
1. Materiales de campo	20
2. Materiales de oficina	20
3. Materiales de laboratorio.....	20
4. Materiales en el herbario	21
C. METODOLOGIA	21
□ Para el logro del primer objetivo; Identificar dendrológicamente las tres especies forestales comerciales.....	21
1. Descripción Dendrológica.....	21
1.1. Recolección de muestras	21
1.2. Georreferenciación de las especies en estudio	21
1.3. Identificación de las muestras	21
□ Para el logro del segundo objetivo; Describir las características macro y microscópicas de la madera de las especies forestales en estudio.....	22
1. Análisis de las características macroscópicas	22
1.1. Dimensión de las muestras	22
1.2. Dimensiones para la colección de madera.....	22
1.3. Observación de las características organolépticas.....	22
1.4. Análisis de las características microscópicas	23
1.5. Laminado de muestras	23
1.6. Tinturado de cortes	24
1.7. Observación.....	25
1.8. Análisis de imágenes	25

1.9. Comparación de características macro y microscópicas de las especies en estudio.....	29
□ Para el logro del tercer objetivo; Comparar las características anatómicas de la madera de las tres especies mediante tinciones.	29
1. Análisis estadístico.....	29
2. Análisis de poros	29
3. Estadística con datos paramétricos.....	30
4. Estadística con datos no paramétricos.....	30
5. Número de poros	30
6. Análisis del perímetro de poros.....	30
7. Análisis entre especies	30
□ Determinación de la densidad	31
V. RESULTADOS	32
□ Para el cumplimiento del primer objetivo; descripción dendrológica de tres especies forestales comerciales en el Herbario de la ESPOCH (CHEP)	32
□ Para el cumplimiento del segundo objetivo; Análisis de características macro y microscópicas de las tres especies forestales comerciales	34
□ Para el cumplimiento de tercer objetivo; Comparar las características anatómicas de la madera de las tres especies mediante tinciones.	54
VI. CONCLUSIONES	75
VII. RECOMENDACIONES.....	76
VIII. RESUMEN	77
IX. SUMMARY	78
X. BIBLIOGRAFÍA	79
XI. ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio.....	19
Tabla 2. Concentración de tintes.....	24
Tabla 3. Nombres científicos de las tres especies forestales	32
Tabla 4. Taxonomía de <i>Cordia alliodora</i>	32
Tabla 5. Taxonomía de <i>Schizolobium parahybum</i>	33
Tabla 6. Taxonomía de <i>Tectona grandis</i>	33
Tabla 7. Características macroscópicas de las tres especies forestales comerciales.....	38
Tabla 8. Ciclos de ablandamiento de las muestras en estudio	40
Tabla 9. Análisis de características anatómicas con las tres tinciones en corte transversal de las tres especies forestales comerciales.....	40
Tabla 10. Análisis de características anatómicas con las tres tinciones en corte tangencial de las tres especies forestales comerciales.....	41
Tabla 11. Análisis de características anatómicas con las tres tinciones en corte radial de las tres especies forestales comerciales	42
Tabla 12. Características microscópicas de las tres especies forestales en estudio	52
Tabla 13. Análisis de varianza (SC tipo III) del Total de poros de <i>Cordia alliodora</i> ..	54
Tabla 14. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros solitarios de <i>Cordia alliodora</i>	55
Tabla 15. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 2 de <i>Cordia alliodora</i>	55
Tabla 16. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 3 de <i>Cordia alliodora</i>	56
Tabla 17. Análisis de varianza (SC tipo III) del Total de poros de <i>Schizolobium parahybum</i>	56
Tabla 18. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros solitarios de <i>Schizolobium parahybum</i>	57
Tabla 19. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 2 de <i>Schizolobium parahybum</i> con los datos de logaritmo natural.....	58
Tabla 20. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 3 de <i>Schizolobium parahybum</i>	58
Tabla 21. Análisis de varianza (SC tipo III) del Total de poros de <i>Tectona grandis</i>	59
Tabla 22. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros solitarios de <i>Tectona grandis</i>	59
Tabla 23. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 2 de <i>Tectona grandis</i> con datos de raíz cuadrada.....	60

Tabla 24. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 3 de <i>Tectona grandis</i> con datos de logaritmo natural.....	61
Tabla 25. Numero de poros de las tres especies forestales comerciales	61
Tabla 26. Análisis de varianza (SC tipo III) del Perímetro de poros solitarios de <i>Cordia alliodora</i>	62
Tabla 27. Análisis de varianza (SC tipo III) del Perímetro de poros múltiples de <i>Cordia alliodora</i>	63
Tabla 28. Análisis de varianza (SC tipo III) del perímetro de poros solitarios de <i>Schizolobium parahybum</i>	64
Tabla 29. Análisis de varianza (SC tipo III) del perímetro de poros múltiples de <i>Schizolobium parahybum</i>	64
Tabla 30. Análisis de varianza (SC tipo III) del perímetro de poros solitarios de <i>Tectona grandis</i>	65
Tabla 31. Análisis de varianza (SC tipo III) del perímetro de poros múltiples de <i>Tectona grandis</i>	66
Tabla 32. Análisis de varianza (SC tipo III) para el número total de poros entre especies	67
Tabla 33. Prueba de Kruskal-Wallis del número total de poros entre especies	67
Tabla 34. Análisis de varianza (SC tipo III) para poros solitarios entre especies	68
Tabla 35. Prueba de Kruskal-Wallis de poros solitarios entre especies	68
Tabla 36. Análisis de varianza (SC tipo III) para poros múltiples entre especies	69
Tabla 37. Prueba de Kruskal-Wallis de poros múltiples entre especies	70
Tabla 38. Análisis de varianza (SC tipo III) para perímetro de poros solitarios entre especies	71
Tabla 39. Prueba de Kruskal-Wallis de perímetro de poros solitarios entre especies ...	71
Tabla 40. Análisis de varianza (SC tipo III) para perímetro de poros múltiples entre especies	72
Tabla 41. Prueba de Kruskal-Wallis de perímetro de poros múltiples entre especies...	72
Tabla 42. Cálculo de la densidad de las tres especies forestales comerciales	73
Tabla 43. Cálculo de la densidad de las tres especies forestales comerciales	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Secciones correctas en estudio	15
Figura 2. Localización del área de estudio	19
Figura 3. Elección de fotografías en el programa MotiC Plus	26
Figura 4. Calibración de la imagen.....	26
Figura 5. Datos de calibración	27
Figura 6. Calibración de poros.....	27
Figura 7. Dimensiones de los poros.....	28
Figura 8. Datos en Excel.....	28
Figura 9. <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel). a. Corteza, no muy fisurada. b. Corte transversal. c. Corte radial. d. Corte tangencial.....	35
Figura 10. <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco) a. Corteza lenticelada. b. Corte transversal. c. Corte radial. d. Corte tangencial.	36
Figura 11. <i>Tectona grandis</i> L. (Teca) a. Corteza grietada y escamosa. b. Corte transversal. c. Corte radial. d. Corte tangencial.....	37
Figura 12. Corte transversal de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.....	43
Figura 13. Corte tangencial de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.....	44
Figura 14. Corte radial <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.....	45
Figura 15. Corte transversal de <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake..	46
Figura 16. Corte tangencial de <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake..	47
Figura 17. Corte radial <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F	48
Figura 18. Corte transversal de <i>Tectona grandis</i> L.	49
Figura 19. Corte tangencial de <i>Tectona grandis</i> L.	50
Figura 20. Corte radial <i>Tectona grandis</i> L.	51

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla resumen de poros de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel).	84
Anexo 2. Total de poros, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel).	84
Anexo 3. Poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel).	84
Anexo 4. Poros múltiples de 2, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel).	85
Anexo 5. Poros múltiples de 3, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel).	85
Anexo 6. Tabla resumen de poros de <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).	85
Anexo 7. Total de poros, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).	86
Anexo 8. Poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).	86
Anexo 9. Poros múltiples de 2, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).	86
Anexo 10. Poros múltiples de 2, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks con datos transformados a logaritmo natural de <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).	86
Anexo 11. Poros múltiples de 3, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).	86
Anexo 12. Tabla de resumen de poros de <i>Tectona grandis</i> (L)	87
Anexo 13. Total de poros, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de <i>Tectona grandis</i> (L).	87
Anexo 14. Poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de <i>Tectona grandis</i> (L).	87
Anexo 15. Poros múltiples de 2, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de <i>Tectona grandis</i> (L).	87

Anexo 16. Poros múltiples de 2, prueba de normalidad con datos transformados a raíz cuadrada de Shapiro-Wilks de <i>Tectona grandis</i> (L).....	88
Anexo 17. Poros múltiples de 3, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de <i>Tectona grandis</i> (L).	88
Anexo 18. Poros múltiples de 3, prueba de normalidad con datos transformados a logaritmo natural de Shapiro-Wilks de <i>Tectona grandis</i> (L).....	88
Anexo 19. Tabla de resumen del perímetro de poros solitarios y múltiples de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.....	88
Anexo 20. Perímetro de poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	88
Anexo 21. Perímetro de poros múltiples, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de <i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	89
Anexo 22. Tabla de resumen del perímetro de poros solitarios y múltiples de <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake.....	89
Anexo 23. Perímetro de poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake.....	89
Anexo 24. Perímetro de poros múltiples, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de <i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake.....	89
Anexo 25. Tabla de resumen del perímetro de poros solitarios y múltiples de <i>Tectona grandis</i> L.....	90
Anexo 26. Perímetro de poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de <i>Tectona grandis</i> L.....	90
Anexo 27. Perímetro de poros múltiples, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de <i>Tectona grandis</i> L.....	90
Anexo 28. Tabla de resumen del número total de poros entre especies.....	90
Anexo 29. Número total de poros entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov	91
Anexo 30. Número total de poros entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov transformados los datos a logaritmo natural.	92
Anexo 31. Tabla de resumen de poros solitarios entre especies	92
Anexo 32. Poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov	93
Anexo 33. Poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov transformados los datos a logaritmo natural.	93
Anexo 34. Tabla de resumen de poros múltiples entre especies	93
Anexo 35. Poros múltiples entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov	94

Anexo 36. Poros múltiples entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov transformados los datos a logaritmo natural.	94
Anexo 37. Tabla de resumen del perímetro poros solitarios entre especies.....	94
Anexo 38. Perímetro de poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov	96
Anexo 39. Perímetro de poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov transformados los datos a logaritmo natural.	96
Anexo 40. Tabla de resumen del perímetro poros múltiples entre especies.....	96
Anexo 41. Perímetro de poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov	97
Anexo 42. Perímetro de poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov transformados los datos a logaritmo natural.	97
Anexo 43. Dimensiones de los cubos de 2cm ²	98
Anexo 44. Ubicación de los cubos con sus respectivas etiquetas	98
Anexo 45. Ablandamiento de las muestras en autoclave	98
Anexo 46. Corte de las muestras en el microtomo	99
Anexo 47. Láminas de los cortes realizados.....	99
Anexo 48. Tinciones utilizadas	99
Anexo 49. Tinturado de las láminas de la madera.....	100
Anexo 50. Placas con las muestras tinturadas	100
Anexo 51. Observación y registro de las muestras.....	100
Anexo 52. Tabla de Munsell.....	101
Anexo 53. Identificación del color mediante la tabla de Munsell	101
Anexo 54. Dimensión para la colección de madera de 30 cm. a. <i>Cordia alliodora</i> (Laurel) b. <i>Schizolobium parahybum</i> (Pachaco) c. <i>Tectona grandis</i> (Teca)	101
Anexo 55. Identificación de las especies en estudio	102
Anexo 56. Identificación de <i>Cordia alliodora</i> (Laurel)	102
Anexo 57. Identificación de <i>Schizolobium parahybum</i> (Pachaco).....	102
Anexo 58. Identificación de <i>Tectona grandis</i> (Teca).....	103
Anexo 59. Colocación de las muestras en un recipiente con agua para el cálculo de densidad	103
Anexo 60. Peso de las muestras en la balanza analítica	103
Anexo 61. Corte transversal de <i>Cordia Alliodora</i> (Laurel), lente 4x	104
Anexo 62. Corte transversal de <i>Schizolobium parahybum</i> (Pachaco), lente 4x	104

Anexo 63. Corte transversal de <i>Tectona grandis</i> (Teca), lente 4x	104
Anexo 64. Permiso de investigación	105
Anexo 65. Certificado otorgado por el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.....	107

I. “CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE TRES ESPECIES FORESTALES COMERCIALES MEDIANTE TINCIONES, PROCEDENTES DEL BOSQUE ANÁLOGO DON RAMÓN, UBICADO EN EL CANTÓN CUMANDÁ, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

II. INTRODUCCIÓN

El Ecuador es un país privilegiado por su ubicación, su biodiversidad, la riqueza de su fauna y el crecimiento acelerado de su flora, cientos de especies con el transcurso de los años se han adaptado a zonas específicas y por esta razón se debe considerar un uso adecuado de las especies forestales para así convertir nuestro país en una potencia forestal (COMAFORS, 2019)

Actualmente, se reconoce la jerarquía de los recursos naturales para la sostenibilidad de la sociedad, por lo que su conocimiento y uso con un sentido de sostenibilidad social y económica son importantes y, en un cierto punto ya que son herramientas fundamentales para diseñar estrategias que permitan conciliar su uso con la conservación. Y con ello, garantizar la prestación de servicios ambientales en calidad y cantidad.

La madera tiene importancia para la industria debido a ser la materia prima para diferentes productos, pero el desconocimiento de su anatomía y la poca información con la que se cuenta respecto a las características dendrológicas y anatómicas de la madera causan el uso inadecuado de las mismas, lo que repercuten en un bajo rendimiento durante su vida útil ya que no reúnen las especificaciones mínimas requeridas para la aplicación a las que se destina.

A. JUSTIFICACIÓN

Actualmente la información con la que se cuenta en el Ecuador acerca de las especies forestales es limitada, especialmente de las características anatómicas, por ende, el aprovechamiento de estas especies causa el uso inadecuado, por ello el manejo forestal implica diversificar criterios de aprovechamiento con la finalidad de no poner en riesgo a una especie forestal y su disponibilidad para generaciones futuras. El presente estudio tiene como finalidad aportar con información consistente y verídica sobre macro y micro características de las diferentes especies maderables, además de contribuir a implementar una Xiloteca con especies forestales comerciales del Ecuador, ya que se obtendrá información avanzada para el herbario de la ESPOCH (CHEP) lo que proporcionara al sector industrial realizar un aprovechamiento adecuado de las mismas, dando así una información apropiada acerca de su composición anatómica, además será de utilidad como material bibliográfico del interés científico para posteriores investigaciones.

B. OBJETIVOS

1. General

- Caracterizar anatómicamente tres especies forestales comerciales mediante tinciones, procedentes del Bosque Análogo “Don Ramón”, ubicado en el Cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo.

2. Específicos

- Identificar dendrológicamente las tres especies forestales comerciales.
- Describir las características macro y microscópicas de la madera de las especies forestales en estudio.
- Comparar las características anatómicas de la madera de las tres especies mediante tinciones.

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis nula

Las características de la madera son similares en las tres especies forestales en estudio mediante tinciones; procedentes del Bosque Análogo “Don Ramón”, ubicado en el Cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo.

2. Hipótesis alternativa

Alguna de las tres especies forestales presenta características de la madera diferentes mediante tinciones, procedentes del Bosque Análogo “Don Ramón”, ubicado en el Cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo.

III. REVISIÓN LITERARIA

Bosque análogo

Bosque análogo, es el vínculo de similitud que existe entre dos elementos diferentes (Miranda, 2017). Son tierras que se extienden por más de 0,5 hectáreas con árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10%, o árboles capaces de alcanzar esta altura in situ (FAO, 2010).

La finca privada llamada "Don Ramón" es el resultado del conocimiento empírico del propietario que aplicó procesos de rendimiento continuo a largo plazo, permitiendo un bosque análogo, el cual es un área de árboles recolectados de otra zona y adoptados a la finca privada, con el fin de generar un rendimiento económico y ecológico del lugar, es un área deforestada y alterada en el año 2000, a partir de esta fecha varias actividades Se han desarrollado que han mejorado el proceso de restauración de la granja (Miranda, 2017).

A nivel mundial, los recursos forestales muestran un grave agotamiento debido a la alta demanda de tierras agrícolas y productos forestales. La mayoría de la cubierta forestal no puede considerarse "bosque natural". La agricultura y las prácticas forestales insostenibles provocarán un mayor agotamiento de los suelos, niveles más bajos de agua, contaminación del suelo y del agua, y una mayor dependencia de insumos externos como semillas, fertilizantes y pesticidas (Miranda, 2017)

La silvicultura analógica (FA) se basa en tres conceptos que proporcionan beneficios específicos que involucran directamente a los pequeños productores en el diseño e implementación de la FA para mantener y restaurar los bosques y generar bienes y servicios de los ecosistemas. La FA se considera como una forma de gestión sostenible que aumenta el rendimiento integral, al tiempo que satisface las necesidades de la humanidad (Miranda, 2017).

Importancia comercial de las especies forestales

Los bosques son importantes recursos globales que proporcionan una amplia gama de beneficios ambientales, económicos y sociales. Suministran diversos productos valiosos, como madera, leña, fibra y otros productos de madera y no maderables, y contribuyen a los medios de vida de las comunidades rurales. Además, la belleza de la madera, que la hace única en muchas aplicaciones. Hoy en día, se puede decir que el árbol no produce residuos, es decir, todo se usa: hojas, flores, frutos y raíces como material orgánico para mejorar la fertilidad del suelo, fuente de alimento para animales y madera para diversos fines (FAO, 2010).

Actualmente, se reconoce la importancia de los recursos naturales para la sostenibilidad de las sociedades, por lo que su conocimiento y uso con un sentido de sostenibilidad social y económica son importantes y, en un cierto punto, herramientas fundamentales para diseñar estrategias que permitan conciliar su uso con la conservación. Y con ello, garantizar la prestación de servicios ambientales en calidad y cantidad. En este contexto, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) reconoce que es necesario contar con información taxonómica, ecológica y biogeográfica de las comunidades y poblaciones forestales de las diferentes ecorregiones, no solo en el componente de flora, sino también en la estructura anatómica que contribuye al desarrollo forestal sostenible (Díaz, 2003).

Herbario

El herbario es un banco de datos sobre la flora de una localidad, región o país. En un herbario, las colecciones de especímenes de plantas "secas" se organizan de acuerdo con un sistema taxonómico reconocido para estudios científicos y comparativos de identificación sistematizada. Un herbario es una muestra representativa de las características morfológicas, la distribución geográfica y la historia filogenética de las plantas de un país, región o mundo específico (Cerón, 2003).

Ecuador ha registrado un total de 16087 especies de las cuales 4173 son endémicas del país. La cantidad de especies en el Ecuador es casi igual a la del Perú, con un área casi 5 veces mayor y es comparable con la flora de América del Norte aproximadamente 30 veces mayor (Jorgensen, 1999). A nivel provincial, Napo tiene 5886 especies (38.5%),

seguido de Pichincha con 4759 especies (31.11%). La provincia de Chimborazo se encuentra en la duodécima posición con 2038 especies (13,3%) (Jorgensen, 1999).

La mayoría de las investigaciones realizadas en la provincia de Chimborazo no tienen sus respectivas muestras de herbario. Al darse cuenta de que lo más importante en cualquier estudio botánico es la muestra de Herbario, un requisito indispensable para respaldar cualquier investigación. Por lo que es necesario contar con un centro de información e investigación botánica, que ofrezca este servicio como el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, en la región central del país. A partir de esto, también se podría pensar que el Herbario se convierta en regional, en función de su ubicación geográfica y el potencial de investigación que podría llevarse a cabo en el área (Caranqui, 2011).

Sistema de clasificación APG

La aplicación del sistema de clasificación APG IV (grupo filogenético Angiosperma) en la colección del Herbario CHEP. El cambio más obvio es a nivel de clase, de Monocotyledon y Dicotyledonus a tres actualmente, dado que Dicotyledon es un grupo parafilético, estas tres clases son: Monocotyledon, Magnoliidae y Eudoccytone; Dentro de cada clase, las Familias están ordenadas alfabéticamente acompañadas de un número según APG IV, lo mismo sucede en el caso de los géneros. También mencionamos los cambios más importantes a nivel familiar y los géneros que ahora son familias. En total, 180 familias de las 416 que están registradas en APG IV en todo el mundo están en el Herbario CHEP. La lista también incluye familias introducidas como Platanaceae, Aizoaceae, Linaceae que se han recolectado y otras que se espera que se recolecten como Hamamelidaceae, entre otras. Hay 18 familias adicionales que están ubicadas en Ecuador, pero no hay registros en el Herbario de CHEP, principalmente porque son familias exclusivas de Galápagos, bosque seco tropical o el sur de Ecuador (Caranqui, 2016).

Características macroscópicas

Las características generales están relacionadas con los aspectos estéticos y su estructura anatómica, denominando las características organolépticas de la madera: color, vetado, textura. Además, afirma que estas características son más representativas de la madera, incluido el olor, el grano, el sabor y el brillo (Rodríguez, 1996).

a. Color

El color natural de la madera depende principalmente de los pigmentos contenidos en las células, las proporciones de lignina y celulosa y el grado de mineralización, así como el efecto de la luz y el oxígeno; está vinculado al diseño de los anillos de crecimiento, la diferencia en la coloración entre el duramen y la albura, la trayectoria de las fibras, el radio de la columna vertebral y las sustancias contenidas en las celdas (Aguilar & Bukowski, 2011)

El color de la madera se define, por lo tanto, por las sustancias que se encuentran en la luz celular o impregnan sus paredes, como pigmentos, taninos, resinas, caucho; La madera es un material fibroso, la diferente orientación de las fibras produce fenómenos de reflexión y refracción (Arostegui, 1976).

b. Olor

El olor, así como el color, es una característica organoléptica sobresaliente que permite diferenciar los diferentes tipos de madera. La madera recién cortada tiene un fuerte olor, así como la almacenada que se produce por la lenta evaporación de los aceites, resinas y esencias contenidas en la madera. Normalmente, el buen olor indica madera sana y el olor desagradable síntoma de alteración (Aguilar & Bukowski, 2011)

c. Sabor

El sabor de una madera está estrechamente relacionado con el olor, porque se supone que las sustancias responsables de ambas son las mismas. Por otro lado, el sabor de una madera es importante en relación con el envasado de productos alimenticios que, al estar en contacto con este tipo de madera, pueden adquirir sabores desagradables y agradables como el caso del Roble (Tuset & Duran, 1979).

d. Brillo

El brillo natural de la madera tiene poca importancia desde el punto de vista industrial, ya que el pulido y el barnizado se logran, según corresponda, con un brillo de gran intensidad. En la sección transversal en la mayoría de los árboles no se observa el brillo;

en la tangencial aparece un ligero brillo y en la radial (sección de malla) se vuelve muy acusado (sustancia líquida) (Kollman, 1959)

e. Textura

La textura de la madera está dada por la distribución, proporción y tamaño relativo de los elementos leñosos (poros, parénquima y fibras) en los que tiene importancia en el acabado de la madera (Arostegui, 1976).

La textura, así como el tamaño de los diferentes elementos anatómicos presentes en una pieza de madera, distingue tres tipos de textura (gruesa, media y fina) y define cada uno de los tres tipos de textura. Dice que una madera tiene una textura gruesa cuando uno o más elementos anatómicos son de un tamaño que se puede observar fácilmente; la textura fina se produce en maderas cuyos elementos anatómicos tienen poca visibilidad y, por lo tanto, proporcionan un aspecto homogéneo y la textura media es intermedia entre las texturas finas y gruesas (Tuset & Duran, 1979).

- a) **Textura gruesa:** Elementos constituyentes grandes. Poros con diámetros de más de 250 micras; parénquima abundante; radios leñosos; tejido fibroso escaso (INIA, 1996).
- b) **Textura media:** Elementos constitutivos medios. Poros entre 150 y 250 micras de diámetro tangencial; parénquima regular; radios leñosos medianos; Tejido fibroso regular (INIA, 1996).
- c) **Textura fina:** Elementos constituyentes pequeños Poros menores a 150 micras de diámetro tangencial; parénquima escaso; radios de madera fina; Tejido fibroso abundante (INIA, 1996).

f. Veteado

El grano es una característica de la madera producida por el diseño del grano que se origina en la superficie longitudinal pulida; Debido a la disposición de los elementos constitutivos del registro, especialmente los vasos, los radios espinales, el parénquima y los anillos de crecimiento (Arostegui, 1976).

g. Grano

Característica observable en la sección radial o tangencial, producida por la disposición de los elementos xilemáticos longitudinales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.), con respecto al eje longitudinal del tronco. Tiene importancia en el trabajo de la madera, como en el comportamiento físico y mecánico de la misma. Puede ser: recto, entrecruzado, oblicuo y ondulado (INIA, 1996).

- a) **Grano recto:** Es cuando la dirección de los elementos es sensata al eje del árbol (INIA, 1996).
- b) **Grano oblicuo:** Cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos agudos con respecto al eje del árbol (INIA, 1996).
- c) **Grano cruzado:** Cuando los elementos leñosos se encuentran en dirección alternativa u opuesta, dificultan la separación de la madera (INIA, 1996).
- d) **Grano ondulado:** Cuando la dirección de los elementos leñosos es ondulada (INIA, 1996).

h. Dureza y peso

La dureza de la madera está determinada por su resistencia a la penetración de otros objetos; En ese sentido hay maderas muy duras hasta muy suaves. El peso específico (P.E.B) se expresa como el peso de la madera al 0% de humedad entre su volumen en condición saturada (INIA, 1996).

Características microscópicas

Para estudiar la estructura macroscópica y microscópica de la madera, debido a su gran heterogeneidad, se establecen tres planos o secciones que son la transversal, la radial y la tangencial (Arostegui, 1975)

Las características microscópicas es la parte maderable de un árbol y cumple tres funciones: Conducción del agua, almacenamiento de sustancias de reservas y resistencia

mecánica. Para cumplir estas funciones se distingue en la madera tres tipos de tejidos: conducción (tejido vascular), almacenamiento (tejido parenquimático), resistencia (tejido fibroso). La estructura, el tamaño y la forma de los tejidos son diferentes en casi todas las especies maderables, ósea que cada especie tiene un sello de estructura propia y característico (Arostegui, 1982).

Anillos de crecimiento

Son capas concéntricas de crecimiento observable en la sección transversal de la madera. Son totalmente definidos en especies maderables que crecen en climas templados y poco marcados o a veces no diferenciados en especies tropicales. Los anillos generalmente están formados por zonas con elementos vasculares más compactos que contrastan con zonas en las que los elementos vasculares son más amplios (INIA, 1996).

Normalmente en zonas de clima templado cada año se forma un anillo, razón por la que son llamados anillos anuales, esta determina la edad. También nos indica si el árbol tuvo un crecimiento rápido (anillos bien espaciados) o lento (pequeños espacios entre anillos); o aquellos años que han sido desfavorecidos para el árbol (espacios menores), o más beneficiosos (espacios mayores) (Burger & Richter, 1991).

Parénquima

El parénquima es el tejido que sirve para la conducción y almacenamiento de sustancia de reserva. Forma parte del tejido longitudinal del tronco y está dispuesto en forma muy característico; por ello, el parénquima tiene importancia en la identificación (Arostegui, 1982)

De acuerdo con la forma y disposición, el parénquima se clasifica en:

➤ Parénquima Apotraqueal

Son aquellos que no están junto a los poros, no asociados a los vasos y se pueden presentar de la siguiente manera (Burger & Richter, 1991).

a) Difuso: células parenquimáticas aisladas dispersas entre fibras.

b) Difuso en agregados: grupos pequeños de células agrupadas en líneas discontinuas ya sea tangencial u oblicuas.

c) En bandas marginal: es una banda final o inicial en una capa de crecimiento.

➤ **Parénquima Paratraqueal**

Está asociado sistemáticamente a los vasos, aquellos que están alrededor de los poros, se presentan de la siguiente manera (Burger & Richter, 1991):

a) Escaso: células aisladas alrededor de los vasos

b) Unilateral: células formando una vaina incompleta alrededor del poro

c) Vasicéntrico: formando una vaina completa alrededor del poro

d) Aliforme: con extensiones tangenciales como las alas

e) Confluente coalescente: bandas tangenciales o diagonales irregulares

➤ **Parénquima Marginal**

Forman líneas anchas y angostas en el límite de los anillos de crecimiento (Burger & Richter, 1991).

a) Parénquima vertical o axial

Son células rectangulares y normalmente paredes delgadas, más cortas que las traqueidas axiales, no lignificadas, su función es el almacenamiento de sustancias nutritivas del leño. Este tipo de célula es común en coníferas, se encuentran asociados a canales resiníferos (Burger & Richter, 1991).

b) Parénquima radial

Son células parenquimáticas de un tamaño variable que se extienden radialmente en el leño, en sentido perpendicular a las traqueidas axiales y cuya función es almacenar u

conducir transversalmente sustancias nutritivas, estas células se caracterizan por presentar puntuaciones simples, paredes delgadas y no lignificadas (Burger & Richter, 1991).

Poros

El poro es cuando un elemento vascular es cortado transversalmente pueden estar aislado o agrupados de manera variable, en el primer caso se llama poros solitarios y por lo general es redondeado; en el segundo caso se llama poro múltiple radial, cuando varios poros se hallan contiguos en una hilera radial. Los poros solitarios poseen pared gruesa. Cuando 2 o más poros se hallan en contacto los poros son aplanados y más gruesos. Y afirma que, para una mejor comprensión en el estudio e identificación de las estructuras anatómicas de las maderas, se mencionan dos tipos de maderas las porosas y las no porosas (Valderrama, 1986).

➤ **Agrupamiento de poros**

Según Carlquist (1984), el agrupamiento de poros puede ser de diferentes tipos:

- a) Solitarios: Poros aislados o separados de otros y rodeados por elementos de otra categoría.
- b) Múltiples radiales: Poros unidos en línea y comprimidos unos contra otros. Se dividen en: Múltiples radiales, múltiples tangenciales múltiples diagonales y múltiples racemiformes (sin dirección definida).

➤ **Disposición de los poros**

Según Carlquist (1984), la disposición puede ser.

- a) **Difusa:** se caracteriza por ser uniforme (dispersos uniformemente a lo largo de los anillos de crecimiento) y no uniforme (dispersos desigualmente a lo largo de los anillos de crecimiento)
- b) En anillos: se caracteriza por ser en anillos circular (dimensiones del diámetro de poros dentro del anillo de crecimiento) y anillos semicirculares (Disminución gradual del diámetro de los poros en el anillo de crecimiento).

Radios medulares

Los radios tienen gran importancia en las propiedades de la madera, como elemento de identificación y como responsables, en parte, de las propiedades de contracción de la madera. Por otro lado, la discontinuidad de tejido que representan se hace más señalada en la abertura de la madera que presentan más desarrollados. Así, la resistencia a la hendidura en el sentido radial es inferior que, en el tangencial, y esta diferencia es tanto más marcada, cuanto más abundantes y desarrollados sean los radios leñosos. Por el contrario, en compresión, los radios leñosos tienen un efecto positivo, aumentando la resistencia a la compresión radial de las frondosas con radios leñosos gruesos (Díaz, 2003).

- a) **Radios homogéneos:** formados por células de un solo tipo, cuyo tejido está formado apenas por células horizontales en sección radial.
- b) **Radios heterogéneos:** formados por más de un tipo de células; cuadradas o verticales en diversas combinaciones

Los radios homogéneos y heterogéneos pueden ser uniseriados, es decir constituidos por una hilera de células en sección tangencial; o multiseriados formados por más de una hilera de células en sección tangencial (Burger & Richter, 1991).

Traqueidas vasculares

Aparecen en ciertas latifoliadas como el resultado de la evolución en el reino vegetal, estas se asemejan a pequeños elementos de vasos del leño tardío, pero no son perforadas como otras traqueidas que presenten puntuaciones en sus paredes, aparecen organizadas verticalmente y en sección transversal y se confunden con poros pequeños (Carlquist, 1984).

Traqueidas vasicéntricas

Células irregulares y muy cortas se encuentran asociadas al parénquima axial, lo que se asemeja en sección transversal (Carlquist, 1984).

Planos de observación de la madera

Es la superficie que resulta al corte una pieza de la madera en diferentes planos. Puede ser transversal (X), longitudinal (R) y longitudinal tangencial (T) (INIA, 1996)

➤ Sección transversal (Corte X)

Es el corte perpendicular al eje longitudinal del tronco (INIA, 1996)

➤ Sección radial (Corte R)

Es el corte que se realiza paralelo a los radios y perpendicular a los anillos de crecimiento (INIA, 1996)

➤ Sección tangencial (Corte T)

Es el corte que se realiza tangente a los anillos de crecimiento y perpendicular a los radios (INIA, 1996)

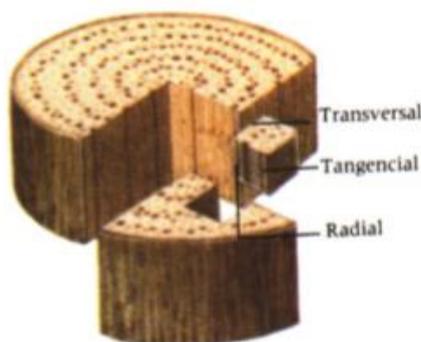


Figura 1. Secciones correctas en estudio

Densidad de la madera

Es la relación de la masa por unidad de volumen a un determinado contenido de humedad; desde cualquier incremento de contenido de humedad (CH), se incrementará la masa de la madera en mayor proporción que su incremento en volumen. (Aylas, 2004); (Silva, 2006).

Determinación de la densidad

La norma INEN en el año 2015 se encuentra estandarizada para calcular la densidad en la cual se toma en consideración el volumen y la masa de la madera considerando los espacios porosos (macro y micro poros), la utilización de probetas cúbicas de 20 mm de lado, secadas al aire libre con las caras limpias y pulidas; y la determinación de la masa y el volumen, la masa se determina con una balanza analítica de 0,01 gramos de precisión y para la medición del volumen mediante el método de desplazamiento de fluidos para posteriormente aplicar la formula respectiva (Vásquez & Ramírez, 2011).

Tinciones

Las técnicas de tinción se pueden utilizar para teñir tejidos no incluidos, tal es el caso de las maderas. Estas secciones no incluidas generalmente se realizarán en un micrótomo de deslizamiento, se efectuarán en tres planos de orientación: transversal, tangencial y radial (Sandoval, 2005).

Tiene varias fases:

- 1. Tinción:** Con Safranina al 1% en agua y etanol, verde brillante, azul de metileno u otros agentes que colorean diferencialmente la celulosa y la lignina. El tiempo varía entre 1 y varios minutos en función de la madera y concentración utilizadas (Guardia, 2000).
- 2. Lavado:** Se efectúa en alcohol-agua al 50%, para parar la tinción y retirar el exceso de colorante (Guardia, 2000).
- 3. Deshidratación:** Se utiliza etanol en gradación ascendente desde el 50 al 98% para prevenir contracciones bruscas de la estructura fibrosa y el revirado de la lámina (Guardia, 2000).
- 4. Fijado:** En xilol, para eliminar toda el agua y evitar que la muestra montada se torne turbia o lechosa (Guardia, 2000). El cromóforo es todo grupo aislado, covalente e instaurado que tiene una absorción característica en la región ultravioleta o visible que es la capacidad que tiene la molécula para sus electrones absorban energía, se exciten

y emitan diversos colores de acuerdo con la longitud emitida como resultado del cambio en el nivel energético (López et al, 2014).

Los colorantes que se pueden dividir en:

Básicos: se denomina sales en las que la base, normalmente una amina, aporta el color, mientras que la parte ácida es incolora. Ejemplos de colorantes básicos son la tionina, safranina, azul de toluidina, el azul de metileno (Vásquez & Ramírez, 2011).

Ácidos: son sales con el anión coloreado y la base incolora. Ejemplos de colorantes ácidos son la fucsina ácida, verde rápido, naranja G o la eosina (Vásquez & Ramírez, 2011).

Colorantes mordientes: se usan en combinación con sales metálicas, que actúan como mordiente. Estas sales se pueden emplear junto con el colorante, antes o después. Por ejemplo, la hematoxilina férrica de Heidenhain (Vásquez & Ramírez, 2011).

Neutros: poseen una porción ácida y otra básica, ambas con capacidad para aportar color. Por ejemplo, azul de metileno (Vásquez & Ramírez, 2011).

Indiferentes o hidrofóbicos: no se unen a elementos de los tejidos por afinidad química sino porque se disuelven en ellos. Por ejemplo, el colorante suda, se disuelve en los lípidos y por tanto teñirá a las gotas de lípidos, especialmente en los adipocitos (Vásquez & Ramírez, 2011).

Composición de tinciones

1. Safranina

La safranina O es un colorante biológico conocido como dimetil safranina o rojo básico. Al ser una molécula cargada positivamente es capaz de combinarse con elementos celulares de carga negativa. Se utiliza para diferenciar estructuras celulares previamente teñida. Su composición se basa en alcohol etílico de 50° a 100ml y safranina (C.I.50240) a 1gramo. La preparación se lo realiza en frío (Aguirre, 2012).

2. Azul N°1

Colorante biológico de tono azul verdoso utilizado para la tinción de estructuras celulares. Material volátil a 135 ° c, cloruros y sulfatos calculados como sales de sodio 15% material insoluble en agua 0,2% leucobase 5% ony p-sulfobenzaldehidos 1,5% n-etil-n- (m-sulfobencil) ácido sulfanilico 0,3 % colores subsidiarios 6% cromo 50 ppm arsenico 3 ppm plomo 10 ppm total material colorante 85% (SINCO, s,f).

3. Verde malaquita

Es un colorante biológico, se denomina así porque se prepara a partir de la malaquita mineral, y su nombre viene de la similitud del color. Se utiliza para la tinción de características celulares y bacterias productoras de endosporas. Contiene 1x100ml de verde malaquita al 4,5%. Este reactivo debe ser almacenado a 15-30°C y protegidos de la luz, son estables hasta la fecha de caducidad indicada en la etiqueta (Young, 2000).

IV. MATERIALES Y METODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en el recinto Buenos Aires, Cantón Cumandá, Provincia de Chimborazo.

Coordenadas UTM del sitio, Zona 17S, Datum WGS 84:

Tabla 1. Coordenadas del área de estudio

Sector	X	Y	Altura (msnm)
Recinto Buenos Aires	700729	9755950	155 – 255

Elaborado por: Cauja, L. 2019

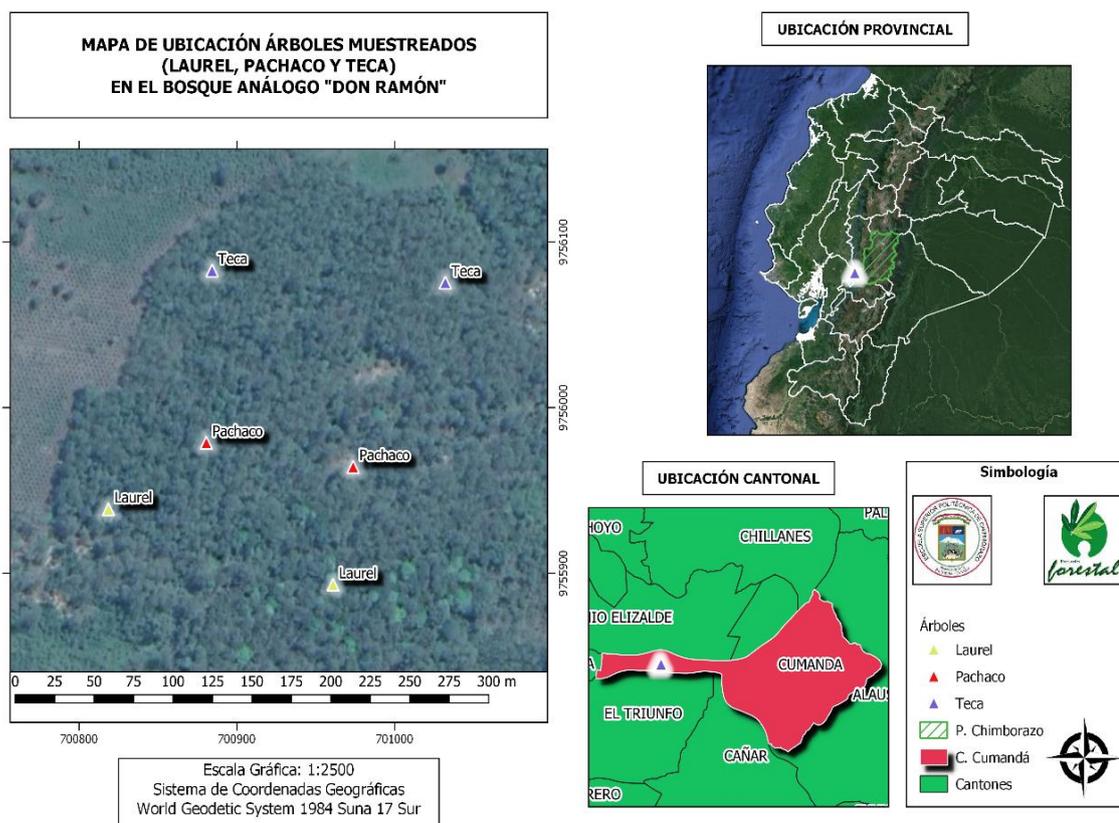


Figura 2. Localización del área de estudio

2. Características climáticas

- a) Altura: 155 a 255 m.s.n.m.
- b) Temperatura promedio: 22 a 24°C
- c) Precipitación media anual: 2000 a 2500 mm
- d) Humedad relativa: <5%

Datos tomados mediante Análisis de las condiciones climáticas registradas en el Ecuador continental en el año 2017 y su impacto en el sector agrícola (INHAMI, 2017).

3. Clasificación ecológica

Según el MAE (2016), el área de estudio pertenece a Bosque húmedo tropical y Bosque muy húmedo pre montano, debido a que se encuentra en un rango altitudinal de 155 a 255 m.s.n.m.

B. MATERIALES

1. Materiales de campo

Lápiz, borrador, libreta de campo, cinta métrica, cámara fotográfica, GPS, forcípula, hipsómetro, motosierra, pintura en aerosol

2. Materiales de oficina

Computadora, programa informático (ArcGIS 10.3), impresora, hojas de papel bond.

3. Materiales de laboratorio

Cubos de madera de cada especie de 2cm³, guantes de manipulación, pinzas de manipulación placas porta y cubre objetos, sustancia compuesta de nitrocelulosa, tolueno y formaldehído alcohol industrial, frascos de vidrio, agua destilada, papel absorbente, papel aluminio, cajas Petri, marcador de vidrio, autoclave, microscopio Quilmes motic cahina, micrótopo rotatorio tipo Spencer, tabla de Munsell, probeta de 50 ml, tinciones de Safranina, Azul N°1 y Verde malaquita, balanza analítica Boeco Germany

4. Materiales en el herbario

Prensa de madera, papel periódico, correas, piola, cartulinas formato A3

C. METODOLOGIA

- **Para el logro del primer objetivo; Identificar dendrológicamente las tres especies forestales comerciales**

1. Descripción Dendrológica

1.1. Recolección de muestras

Se acudió al Bosque Análogo “Don Ramón” ubicado en el Cantón Cumandá, provincia de Chimborazo, el cual se seleccionó tres individuos, se obtuvo las muestras correspondientes de sus partes aéreas (parte foliar) como: hojas, flores y frutos, de igual modo se obtuvieron muestras maderables. Conjuntamente se registraron datos de altura con el uso del hipsómetro y diámetro a la altura del pecho (DAP) con la utilización de la forcípula. Las especies recolectadas en el recinto Buenos Aires se conocen como Laurel, Pachacho y Teca.

1.2. Georreferenciación de las especies en estudio

Para la georreferenciación se ejecutó el reconocimiento y la delimitación del área de estudio y con el uso del GPS se registraron las coordenadas correspondientes, dos muestras por cada especie.

1.3. Identificación de las muestras

Las muestras obtenidas en la parte aérea del árbol de Laurel, Pachacho y Teca fueron colocadas individualmente en una hoja de papel periódico doblada por la mitad en una prensa de madera, con el propósito de ser secadas correctamente y poder transportar con mayor facilidad. Las hojas de papel periódico fueron cambiadas cada dos días para evitar la pudrición o presencia de hongos en las muestras y continuar con el secado. Para la identificación dendrológica, las muestras fueron transportadas al herbario de la ESPOCH (CHEP) para su debida identificación. La caracterización de las especies en estudios estuvo clasificada mediante el Sistema de la APG.

- **Para el logro del segundo objetivo; Describir las características macro y microscópicas de la madera de las especies forestales en estudio**

1. Análisis de las características macroscópicas

1.1. Dimensión de las muestras

Para esta fase fue indispensable la obtención de probetas de madera de las muestras del fuste. Según la norma COPANT 458 (1972) para el análisis de características microscópicas se recomienda las siguientes dimensiones, 2 x 2 x 2 cm. Este procedimiento se lo efectuó para las tres especies.

Para el análisis de las características macroscópicas (organolépticas), se mantuvieron las dimensiones de la norma COPANT 458, 2 x 9 x 15cm de espesor, ancho y largo respectivamente.

1.2. Dimensiones para la colección de madera

De las especies es estudio se escogió una troza de 30cm. Misma a la que se secciono en tres partes: 0 a 10cm, 10 a 20cm, 20 a 30cm. La primera sección se conservó intacta, la segunda se retiró el 25% aproximadamente de la forma longitudinal y la tercera sección se retiró el 50% aproximadamente (longitudinalmente). Para lograr obtener muestra similar a una escalera y poder observar la madera de cada especie.

1.3. Observación de las características organolépticas

Mediante el método de observación directa se registraron todas las características que se percibió por medio de los sentidos del ser humano como: El color, olor, sabor, brillo, grano, textura y veteado. Se manejó un estilete para realizar cortes en las probetas de la madera para receptor mejor las características de olor y sabor, de igual manera se puede humedecer las probetas con el mismo objetivo. Para la determinación del color se utilizó la Tabla de Munsell y también se utilizó una lupa de aumentos 10X.

1.4. Análisis de las características microscópicas

Para el análisis de las características microscópicas, todas las muestras de madera fueron dimensionadas de: 2 x 2 x 2cm, obteniéndose un pequeño cubo, para evitar inconvenientes en la cavidad del micrótopo. Se obtuvo varios cubos para realizar las repeticiones que se consideraron necesarias para lograr observar correctamente las estructuras de la madera.

Cuatro de los cubos obtenidos de cada especie se mantuvieron aislados al resto y se continuó secando a temperatura ambiente para obtener el peso en seco y el peso en verde. Inmediatamente cuatro cubos de cada especie fueron sumergidos en un recipiente con 250ml de agua, se dejó sumergido por varios días hasta lograr que cada uno llegue a sumergirse totalmente y luego fueron pesados para obtener el peso en verde. Este proceso se realizó para calcular la densidad resultado del promedio de los cuatro cubos de cada especie.

Los demás cubos estuvieron totalmente sumergidos en agua hasta dos días antes de realizar el trabajo de laboratorio para permitir que la madera absorba toda el agua posible y evitar rupturas en su estructura, el agua en la que estuvieron sumergidos los cubos fue reemplazada cada tres días para prevenir la presencia de baba o moho en la madera y que esta se pudra.

Al retirar las muestras del agua, éstas fueron aireadas para retirar el exceso de agua. Este proceso se llevó a cabo durante los dos días previos al trabajo de laboratorio.

Cada muestra fue colocada en un recipiente de plástico correctamente codificado y etiquetado en el que se añadió 250ml de agua destilada. El recipiente fue tapado y posteriormente ubicado en el autoclave durante una hora (un ciclo), a una temperatura de 121°C y presión de 11,61atm, esto con el propósito de ablandar las muestras, concluido este tiempo se retiró los recipientes del autoclave y se verificó raspando los cubos que efectivamente las muestras se ablandaron.

1.5. Laminado de muestras

Cuando las muestras se tornaron blandas y frías fueron llevadas al micrótopo para realizar los respectivos cortes, equipos que estuvieron calibrados para cortar con un valor

de 0,3 micras, es importante desechar los primeros cortes ya que son para la alineación de la muestra, las siguientes laminas que se obtuvieron fueron colocadas en cajas Petrí con agua destilada para mantener la humedad de las mismas.

Las muestras cortadas fueron conservadas por pocos días en la caja Petrí con su respectiva agua, para evitar que éstas se dañen o presenten hongos. Se obtuvo varias láminas de cada especie para poder teñir con las diferentes tinciones para su respectivo análisis.

1.6. Tinturado de cortes

Preparación de las tinciones, safranina, azul N°1 y verde malaquita para la obtención de 100 ml de la sustancia compuesta (Tabla 2).

Tabla 2. Concentración de tintes

Tinte	Cantidad del tinte	Agua destilada (ml)
Safranina	01 ml	99 ml
Azul N°1	1 g	99 ml
Verde malaquita	1 g	100 ml

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Los tres tintes utilizados en la investigación fueron filtrados para eliminar o aglutinaciones, se realizó con la ayuda de una gasa y posteriormente con papel filtro, este fue colocado en un embudo de vidrio y en un recipiente de plástico.

Una vez filtrado se colocó en cada caja Petrí una pequeña cantidad del tinte para evitar que toda la solución se contamine.

Las láminas de madera obtenidas se distribuyeron en diferentes cajas Petri (para cada tinción con la que se realizara el análisis) por cada especie. Se añadirá cada una de las tinciones hasta que cubra totalmente las láminas de madera en cada caja Petri.

Se dejó reposar las muestras sumergidas en las tinciones durante 30 segundos para permitir que la muestra absorba la cantidad suficiente de la tinción, evitando la saturación

de la misma. Inmediatamente se retiró las láminas de la caja Petri y se colocó en un papel absorbente para que estas eliminen el exceso de la solución.

1.7.Observación

Las láminas preparadas fueron colocadas en las placas porta objetos con su respectiva placa cubre objetos con la ayuda de una pinza de metal, seguidamente fueron por selladas por una sustancia compuesta de nitrocelulosa, tolueno y formaldehído. Se obtuvo 3 placas tinturadas por cada corte (radial, tangencial y transversal), un total de 9 placas por cada repetición, se realizaron 4 repeticiones, se obtuvo un total de 36 placas por cada especie.

Se analizó bajo el microscopio (Quilmes motic, Cahina) las placas con las muestras que fueron observadas con los lentes 4X y 10X. Inmediatamente se realizó el registro fotográfico de cada sección (varias imágenes), con una cámara incorporada en el microscopio en el cual se identificó cada una de las estructuras (poros, parénquima, punteaduras, radios, etc.) y cantidad con la que están presentes en cada una de las especies.

1.8.Análisis de imágenes

Mediante el programa MOTIC PLUS 2.0, se ejecutó las dimensiones de perímetro de los poros, para ello se calculó con la ayuda del software estadístico Infostat utilizando la imagen capturada con buena calidad mediante la calibración del software en relación micrómetro/pixel. Para el cálculo de los perímetros se visualizaron tres especies con cuatro repeticiones por cada una, esta medición se realizó para las tres placas con cada tinte respetivamente, se tomaron 5 fotografías con el lente de 4X y 10X.

Se realizó de la siguiente manera para la medición de las imágenes de los poros. Se seleccionó la opción archivo para escoger y exportar la imagen al programa Motic Plus (Figura 3).



Figura 3. Elección de fotografías en el programa Motic Plus

Para la calibración de la imagen se ingresó a la opción medir y consecutivamente al asistente de calibración donde se visualizó dos barras, la primera fue el número de lente con el cual la imagen fue calibrada, en este caso, con lente 4X (Objetivo), en la siguiente barra se encontró el valor del diámetro del círculo en micras, se escogió el valor de 200 μm , posteriormente se aceptó en la palabra calibrar (Figura 4).



Figura 4. Calibración de la imagen

Consecutivamente se expande una ventana donde proporcionó los datos de calibración para el eje X y el eje Y, se marcó en la celda de escala y guardar para continuar con la calibración (Figura 5).

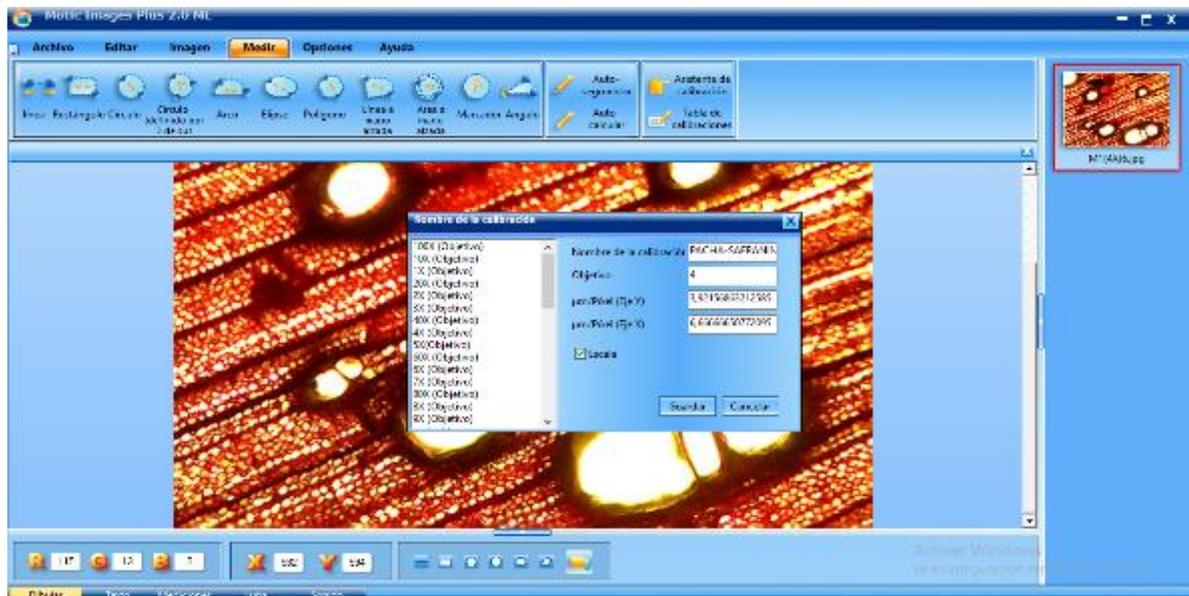


Figura 5. Datos de calibración

Para calibrar cada uno de los poros se debe seleccionar medir, área a mano alzada, y procedemos a calibrar por el contorno del poro (Figura 6).



Figura 6. Calibración de poros

Finalmente procedemos a seleccionar mediciones para exportar la tabla de mediciones, con los datos de los perímetros de cada poro (Figura 7).



Figura 7. Dimensiones de los poros

Para extraer los datos se debe guardar como excel para su mejor manejo (Figura 8).

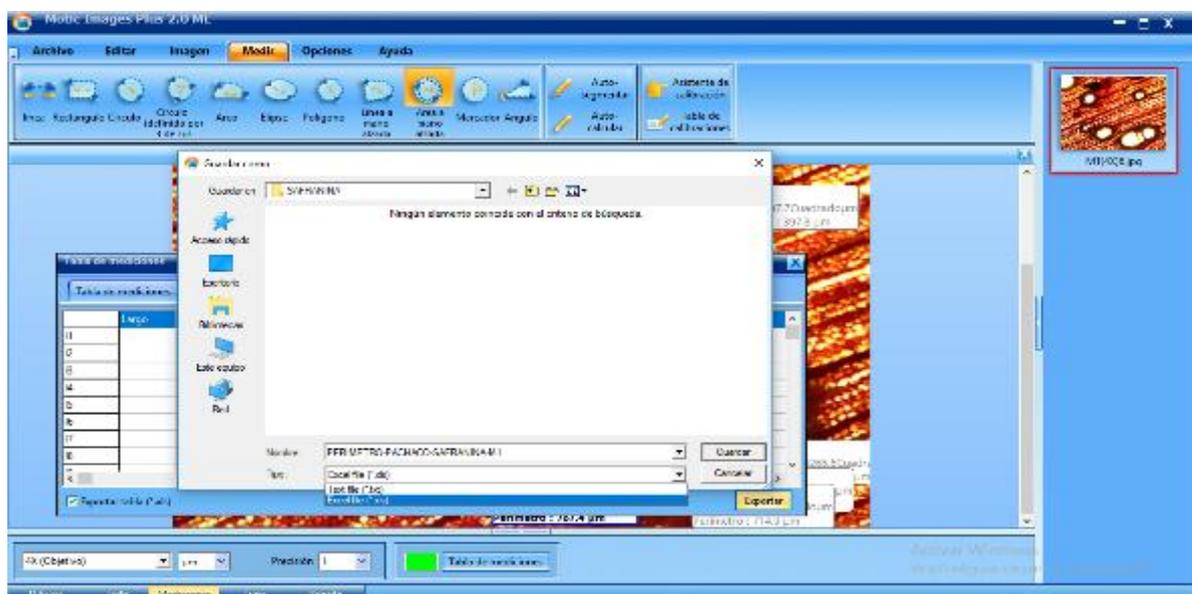


Figura 8. Datos en Excel

1.9. Comparación de características macro y microscópicas de las especies en estudio

Se elaboró una tabla comparativa registrándose todas las características macro y microscópicas de cada una de las especies y se denominó diferencia o similitud.

- **Para el logro del tercer objetivo; Comparar las características anatómicas de la madera de las tres especies mediante tinciones.**

1. Análisis estadístico

Se analizó con tres fotografías, de todos los cortes (radial, longitudinal y transversal) por cada tinte y por cada repetición, estas imágenes fueron capturadas con el lente 4X y 10X, estuvieron registradas en una tabla Excel con su respectivo nombre de la especie, número de repetición y el tinte utilizado. Finalmente, se obtiene los promedios de todos los datos obtenidos y se elaboró la tabla de resumen donde se obtuvo el promedio de poros solitarios y poros múltiples de todas las muestras con los respectivos tintes para cada especie.

Para el análisis de los datos se trabajó en el programa Infostat, en el cual se utilizó estadística descriptiva, para analizar la normalidad se aplicó la prueba de Shapiro-wilks y la prueba de ajustes de Kolmogorov para la comparación entre especies, evidenciando la normalidad se empleó Anova con prueba de Tukey al 5% para evidenciar diferencias cada uno de los tratamientos utilizados. En caso de que los datos obtenidos no sean normales se utiliza estadística no paramétrica con la prueba de Kruskal-Wallis.

2. Análisis de poros

Se observó todos los poros simples, múltiples de dos y múltiples de tres de cada una de las placas preparadas con el tinte designado, esto en cada especie respectivamente, seguidamente se exportó los datos mediante una tabla de Excel para poder analizar en el programa estadístico Infostat, las imágenes utilizadas fueron fotografías con el lente 4X Y 10X.

3. Estadística con datos paramétricos

Para verificar si los datos obtenidos son paramétricos se aplicó la prueba de normalidad con Shapiro-Wilks, en tal caso que sean datos no paramétricos, se optó por transformar los datos con logaritmo, logaritmo natural y raíz, seguidamente se seleccionó los residuos y se aplicó por segunda vez la prueba de normalidad Shapiro-Wilk. Continuamente se realizó la prueba de Tukey para comprobar si estadísticamente son iguales o diferentes.

4. Estadística con datos no paramétricos

Si los datos no fueron normalizados aun con haber aplicado transformado los datos y haber aplicado la prueba de normalidad Shapiro-Wilks por segunda vez, este resultara que los datos no son paramétricos, para lo cual se aplicó la prueba de Kruskal Wallis.

5. Número de poros

Para el conteo total de los poros se realizó con una placa de cada especie y con el tinte respectivo, se delimito un área de 1 cm por 1cm para consecutivamente colocar las placas en el microscopio y observar con un lente de 4X, se capturo diferentes campos ópticos para el conteo general.

6. Análisis del perímetro de poros

Se eligió la fotografía con mejor resolución en cuestión del tinte, se debe tener en cuenta que todas las fotografías estén capturadas con el lente objetivo 4X o 10X, una sola de estas imágenes fue calibrada para todas las tinciones, con cada una de las especies en estudio, para el análisis de varianza se realizó mediante el programa Infostat en donde se ejecutó la prueba de Tukey y prueba de Kruskal Wallis.

7. Análisis entre especies

El procedimiento es semejante al análisis de poros con datos paramétricos y no paramétricos, pero cabe mencionar que si los datos que si se obtiene son menores o igual a 20 se puede realizar la prueba de Tukey mientras que si los valores obtenidos son mayores o igual a 30 se realiza la prueba de ajustes de Kolmogorov

➤ **Determinación de la densidad**

Se analizó con cuatro cubos de madera de 2 x 2 x 2 de cada especie en una balanza digital, se estableció 250ml de agua. Se encajó los cubos de madera en el agua. Posteriormente de que el cubo de madera se precipite se lo retiró y se volvió a pesar, así logrando obtener un peso en seco y peso en húmedo, seguidamente se procedió a calcular la densidad aplicándose la formula correspondiente:

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

Donde;

p = densidad

m = masa

v = volumen

V. RESULTADOS

- **Para el cumplimiento del primer objetivo; descripción dendrológica de tres especies forestales comerciales en el Herbario de la ESPOCH (CHEP)**

A. DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA

Tabla 3. Nombres científicos de las tres especies forestales

Familia	Nombre Científico	Nombre Común
BORAGINACEAE	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav.) Cham.	Laurel
FABACEAE	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) D. F. Blake	Pachaco
LAMIACEAE	<i>Tectona grandis</i> L.	Teca

Elaborado por: Cauja, L. 2019

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

Árbol de 19m de altura, con un DAP de 32 cm. Posee un fuste cilíndrico, su corteza de color café oscuro, no muy fisurada y ramificación verticilada. Esta especie presenta hojas simples, alternas y elípticas, de color verde oscuras por encima y verde claro por debajo. Flores de color blanco con olor dulce. El fruto es una nuececilla pequeña de color café, contienen una semilla alargada de color blanco.

Tabla 4. Taxonomía de *Cordia alliodora*

Phyllum	Plantae
Subphyllum	Spermathophyta
Clase	Magnoliophyta
Subclase	Magnoliopsida
Orden	Asteridas
Familia	Boraginaceae

Elaborado por: Cauja, L. 2019

2. *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake

Árbol de 30m de altura, con un DAP de 70cm. Posee un fuste recto y cilíndrico, corteza lenticelada de color gris blanquecino y lisa. Esta especie presenta hojas compuestas bipinnadas de color verde oscuro. Flores de color amarillentos, de forma recta o en capullos, presenta un ramillete de 25cm. El fruto es de color café claro, son vainas aplanadas, presentan una semilla de 2cm.

Tabla 5. Taxonomía de *Schizolobium parahybum*

PHYLLUM	PLANTAE
Subphyllum	Spermathophyta
Clase	Magnoliophyta
Subclase	Magnoliopsida
Orden	Fabales
Familia	Fabaceae

Elaborado por: Cauja, L. 2019

3. *Tectona grandis* L.

Árbol de 30m de altura, con un DAP de 80cm. Posee un fuste recto, tiende a ramificarse en abundancia, corteza grietada y escamosa de color castaño pardo y blanquecina. Esta especie presenta hojas grandes y simples ovaladas y opuestas entre sí, de color verde oscuro. Flores pequeñas de color blanco, grandes panículas terminales agrupadas. El fruto es una drupa de color café con semillas pequeñas con aspecto aceitoso entre ella.

Tabla 6. Taxonomía de *Tectona grandis*

PHYLLUM	PLANTAE
Subphyllum	Spermathophyta
Clase	Magnoliophyta
Subclase	Magnoliopsida
Orden	Lamiales
Familia	Verbenaceae

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Discusión

Ecuador forestal (2012), menciona acerca de las características dendrológicas de *Cordia alliodora*, árbol entre 18 a 40m de altura, corteza fisurada de color café oscuro. Fuste recto y cilíndrico. Hojas simples, alternas y dispuestas en espiral; ásperas, verde oscuro y opacas por arriba y verdes más claro por debajo. Flores de color blanco dispuesta en manojos, su fruto es una nuececilla de color café con semilla blanca de 4 a 5mm de longitud. Los resultados concuerdan con los obtenidos a nuestra investigación.

Ecuador Forestal (2012) menciona características dendrológicas de *Schizolobium parahybum*, árbol caducifolio, de 30 a 35 m de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 1m. Hojas compuestas y alternas bipinnadas, de 30 a 50 cm cuando adultas, llegando a medir hasta 1.5 m en árboles muy jóvenes. Fuste recto, corteza externa lisa a muy finamente fisurada, gris clara con abundantes lenticelas. Flores en panículas, fruta en vainas aplanadas conteniendo una semilla. La investigación realizada comparte características similares con nuestro estudio.

Ecuador forestal (2012) menciona las características dendrológicas sobre *Tectona grandis*, árbol que alcanza alturas mayores a 30 m de altura y 80 cm de DAP. Fuste recto, con tendencia a bifurcarse o ramificarse en exceso si crece aislado. Corteza externa castaño claro, escamosa y agrietada; corteza interna blanquecina. Hojas simples opuestas, ovales, grandes, verde oscuro. Flores blanquecinas, pequeñas, agrupadas en grandes panículas. Fruto drupa café cuadrilobulada con una semilla pequeña, oleaginosa bastante dura. Los resultados concuerdan con los obtenidos a nuestra investigación.

➤ **Para el cumplimiento del segundo objetivo; Análisis de características macro y microscópicas de las tres especies forestales comerciales**

A. ANALISIS CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS

Las características macroscópicas de las especies en estudio se describen a continuación:

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

La muestra presenta una corteza de color café oscuro, no muy fisurada y ramificación verticilada, según la tabla de Munsell el color de la albura en seco fue de marrón pálido 2,5Y 8/2 y el color del duramen en seco fue marrón amarillento 10YR 7/3, de brillo o lustre mediano, grano recto o inclinado, textura fina, vetado en arcos superpuestos, olor ausente y su sabor agradable no distintivo.

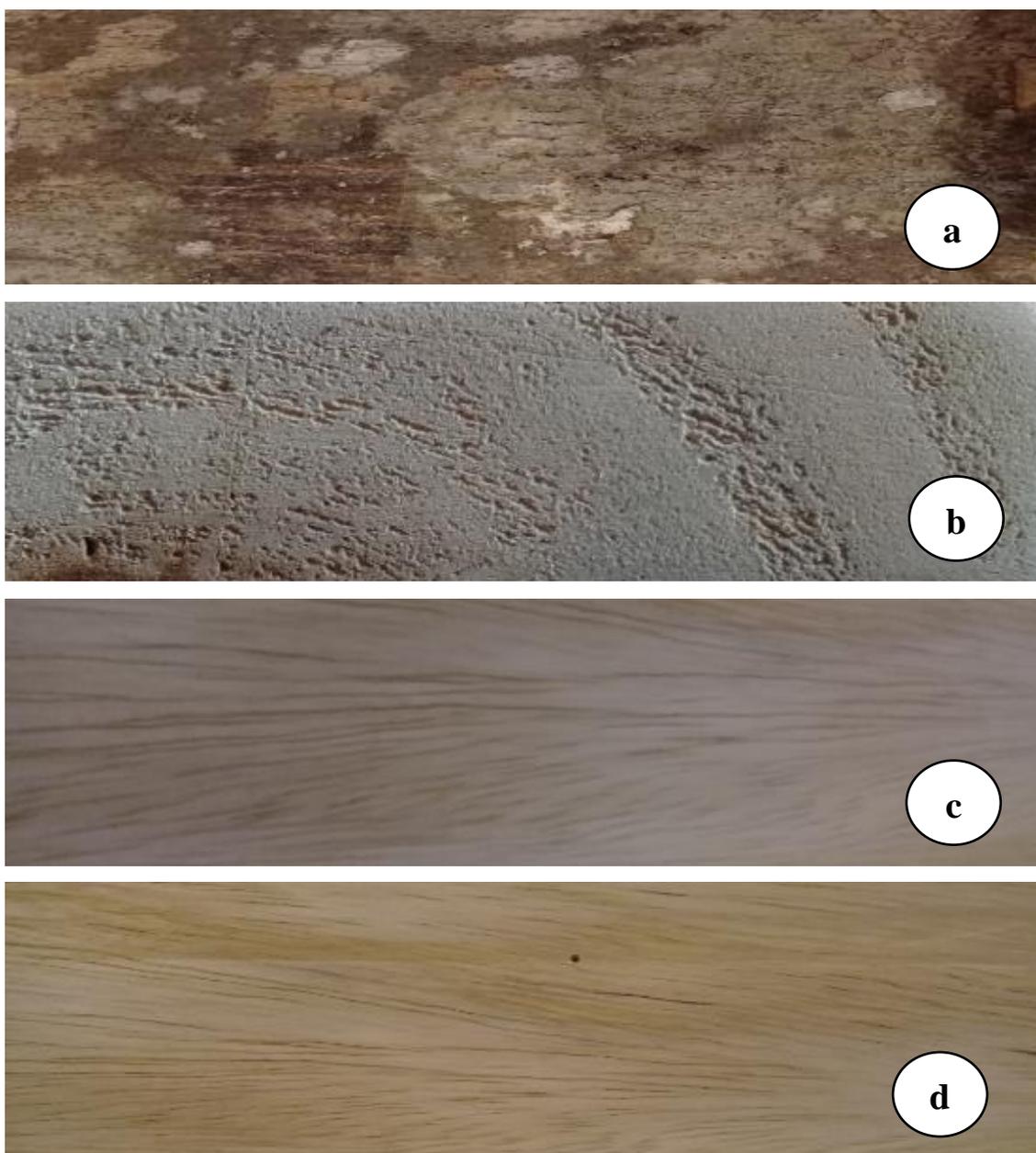


Elaborado por: Cauja, L. 2019

Figura 9. *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel). **a.** Corteza, no muy fisurada. **b.** Corte transversal. **c.** Corte radial. **d.** Corte tangencial.

2. *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake

La muestra presenta una corteza lenticelada de color gris blanquecino y lisa, según la tabla de Munsell el color de la albura en seco fue marrón blanquecino 2,5Y 8/2 y el color del duramen en seco fue amarillo pálido 5Y 8/4, el brillo o lustre mediano, grano recto a entrecruzado, textura media, vetado jaspeado, olor ausente o no distintivo, sabor algo astringente.

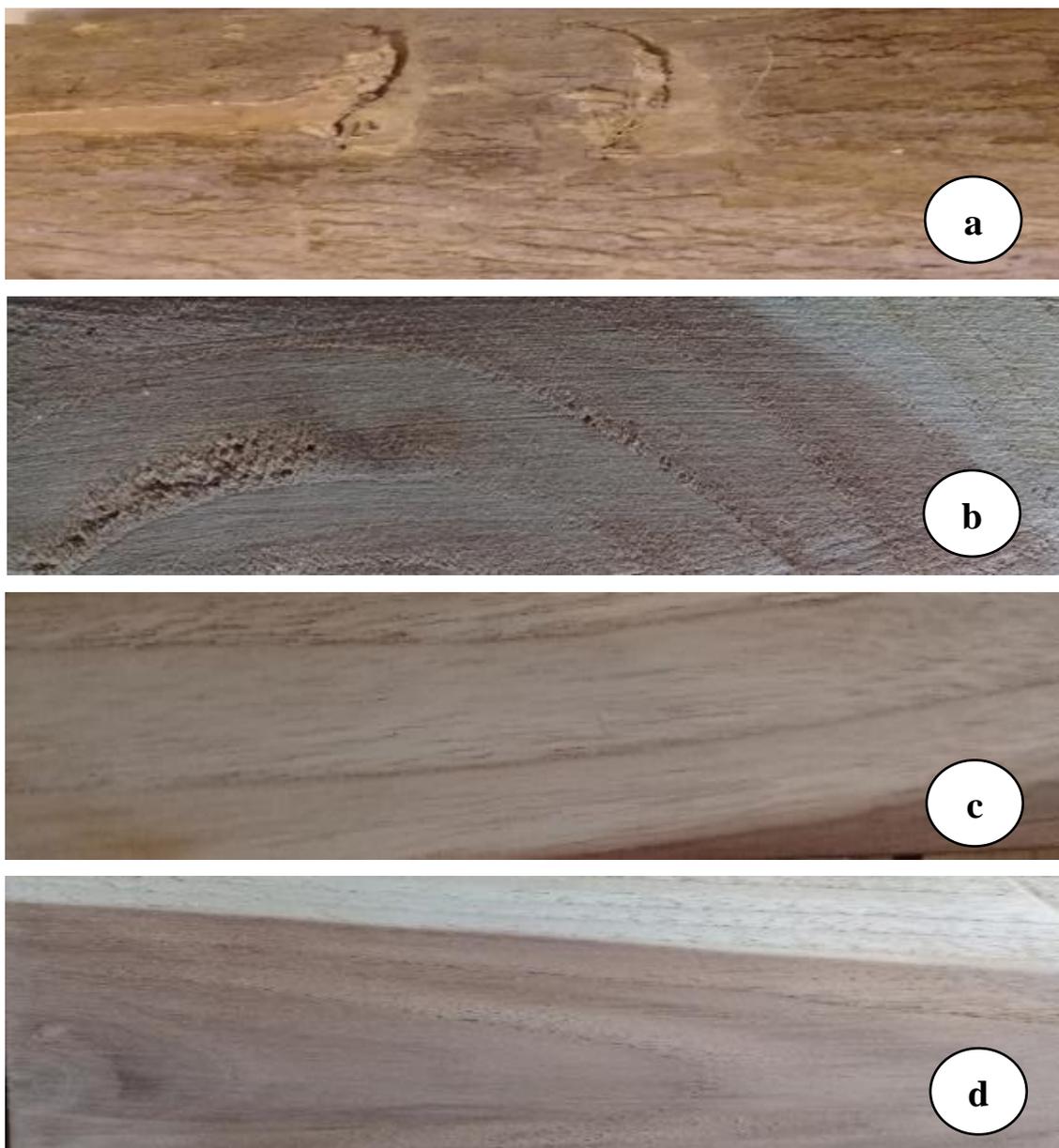


Elaborado por: Cauja, L. 2019

Figura 10. *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco) **a.** Corteza lenticelada. **b.** Corte transversal. **c.** Corte radial. **d.** Corte tangencial.

3. *Tectona grandis* L.

La muestra presenta una corteza grietada y escamosa de color castaño pardo, según la tabla de Munsell el color de la albura fue marrón pálido 7.5Y 6/4, el color del duramen fue castaño 10YR 8/2, el brillo o lustre fina, grano recto a entrecruzado, textura media, vetado jaspeado con arcos superpuestos, olor agradable no distintivo, sabor ausente.



Elaborado por: Cauja, L. 2019

Figura 11. *Tectona grandis* L. (Teca) **a.** Corteza grietada y escamosa. **b.** Corte transversal. **c.** Corte radial. **d.** Corte tangencial.

Tabla 7. Características macroscópicas de las tres especies forestales comerciales

Características	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Schizolobium parahybum</i>	<i>Tectona grandis</i>
	Laurel	Pachaco	Teca
Corteza	No muy fisurada y ramificación verticilada, de color café oscuro	Lenticelada de color gris blanquecino y lisa	Grietada y escamosa de color castaño pardo
Sabor	Agradable no distintivo	Algo astringente	Ausente
Olor	Ausente	Ausente	Agradable no distintivo
Lustre	Medio	Medio	Fino
Grano	Recto a inclinado	Recto a entrecruzado	Recto a entrecruzado
Veteado	Arcos superpuestos	Jaspeado	Jaspeado con arcos superpuestos
Textura	Media	Media	Media
Abura	Marrón pálido 2,5Y 8/2	Marrón pálido 2,5Y 8/2	Marrón pálido 7,5Y 6/4
Duramen	Muy marrón pálido 10YR 7/3	Amarillo pálido 5Y 8/4	Castaño 10YR 8/2

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Discusión

Ecuador forestal (2012), menciona sobre las características organolépticas de *Cordia alliodora*, el árbol recién cortado presenta la albura de color beige amarillento y el duramen de color café claro. En madera seca al aire la albura se torna de color marrón muy pálido y el duramen a color marrón amarillento. Veteado con arcos superpuestos, definidos por anillos de crecimiento. El grano es normalmente recto, textura fina y homogénea. Olor agradable a caña dulce, Sabor ausente, no distintivo, brillo medio. Corroborando así con nuestro estudio previo que comparten las mismas características.

Fredericksen (2001) redacta las características organolépticas para *Schizolobium parahybum*, olor no distintivo, de brillo medio a brillante, veteado suave, olor astringente, con grano recto a entrecruzado y textura media, estos estudios fueron realizados en zona de crecimiento de esta especie, el cual se logró definir que esta especie no presento olor, sabor y brillo. Según Najjar (2016) manifiesta que el color de albura y duramen no existe diferencia alguna, se determinó el color blanco en la albura mientras que el duramen presento color amarillo pálido. Los resultados concuerdan con los obtenidos a nuestra investigación.

Según Bhat (2000) en estudios realizados con características organolépticas redacta que en *Tectona grandis* L el contraste entre albura y duramen es claramente notorio en la madera aserrada, debido a la diferenciación en el color. La albura presenta un color blanco a amarillo pálido, mientras que el duramen café a castaño, en ello indica que la madera proviene de árboles jóvenes, los cuales presentaron un color de duramen más claro que los que se presentan en arboles de mayor edad. Presenta similitud en a las características organolépticas comparando así que la muestra obtenida perteneció a un árbol joven por el color blanquecino de la albura y castaño del duramen. La investigación realizada comparte características similares con nuestro estudio.

B. ANALISIS DE CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS

Ablandamiento de las muestras en estudio

Tabla 8. Ciclos de ablandamiento de las muestras en estudio

Especie	Numero de cubos	Ciclo (1 hora)
	2x2x2	121 °c/11,61 Atm
<i>Cordia alliodora</i>	10	3 ciclos/250 ml
<i>Schizolobium parahybum</i>	10	2 ciclos/250 ml
<i>Tectona grandis</i>	10	4 ciclos/250ml

Elaborado por: Cauja, L. 2019

En la tabla 8 se describe las especies en estudio con los respectivos ciclos tomando en cuenta la dureza de la madera. Estas fueron sometidas con 250 ml de agua destilada y ubicadas en el autoclave durante una hora, a una temperatura de 121 °C y presión de 11,61 atm, para *Cordia alliodora* y *Schizolobium parahybum* se ablandó en 3 ciclos, mientras que para *Tectona grandis*, se ablandó en 4 ciclos y esta muestra se sometió a un proceso de hidratación de 24 horas y consecutivamente al congelamiento durante 2 hora para realizar el respetivo corte.

Características anatómicas

Tabla 9. Análisis de características anatómicas con las tres tinciones en corte transversal de las cinco especies forestales comerciales

Características	<i>Cordia alliodora</i>			<i>Schizolobium parahybum</i>			<i>Tectona grandis</i> L		
	Laurel			Pachaco			Teca		
	SF	A1	VM	SF	A1	VM	SF	A1	VM
Poros	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Porosidad	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Parénquima	1	1	0	1	0	1	1	1	0
Radios	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Tilides	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Total	4	4	3	4	3	4	5	3	2

SF= Safranina; A1= Azul N°1; VM= Verde malaquita

Elaborado por: Cauja, L. 2019

En el análisis de las características del plano transversal de las especies forestales comerciales fueron relacionadas con un valor de 0 a 1, donde características no visibles se denomina (0) y características visibles se denomina (1), así obteniendo un total de 5; se obtuvo una aceptabilidad por cada tinte *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. Presenta afinidad con los tintes Safranina y Azul N°1, *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake presento afinidad con los tintes Safranina y Verde malaquita, *Tectona grandis* L presento mayor afinidad con el tinte Safranina (Tabla 9).

Tabla 10. Análisis de características anatómicas con las tres tinciones en corte tangencial de las cinco especies forestales comerciales

Características	<i>Cordia alliodora</i>			<i>Schizolobium parahybum</i>			<i>Tectona grandis</i> L		
	Laurel			Pachaco			Teca		
	SF	A1	VM	SF	A1	VM	SF	A1	VM
Vasos	1	1	0	1	1	0	1	0	1
Radios	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Parénquima	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fibras	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Punteaduras	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Total	4	4	2	4	4	3	4	3	4

SF= Safranina; A1= Azul N°1; VM= Verde malaquita

Elaborado por: Cauja, L. 2019

En el análisis de las características del plano tangencial de las especies forestales comerciales fueron relacionadas con un valor de 0 a 1, donde características no visibles se denomina (0) y características visibles de denomina (1), así obteniendo un total de 5; se obtuvo una aceptabilidad por cada tinte *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. Presenta afinidad con los tintes Safranina y Azul N°1, *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake presento afinidad con los tintes Safranina y Azul N°1, *Tectona grandis* L presento mayor afinidad con los tintes Safranina y Verde malaquita (Tabla 10).

Tabla 11. Análisis de características anatómicas con las tres tinciones en corte radial de las cinco especies forestales comerciales

Características	<i>Cordia alliodora</i>			<i>Schizolobium parahybum</i>			<i>Tectona grandis</i> L		
	Laurel			Pachaco			Teca		
	SF	A1	VM	SF	A1	VM	SF	A1	VM
Elementos Del Vaso	1	1	1	1	1	0	1	0	1
Fibras	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Parénquima	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Traqueidas	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Punteaduras	1	1	0	1	1	1	1	1	1
Total	3	3	3	3	3	2	3	2	3

SF= Safranina; A1= Azul N°1; VM= Verde malaquita

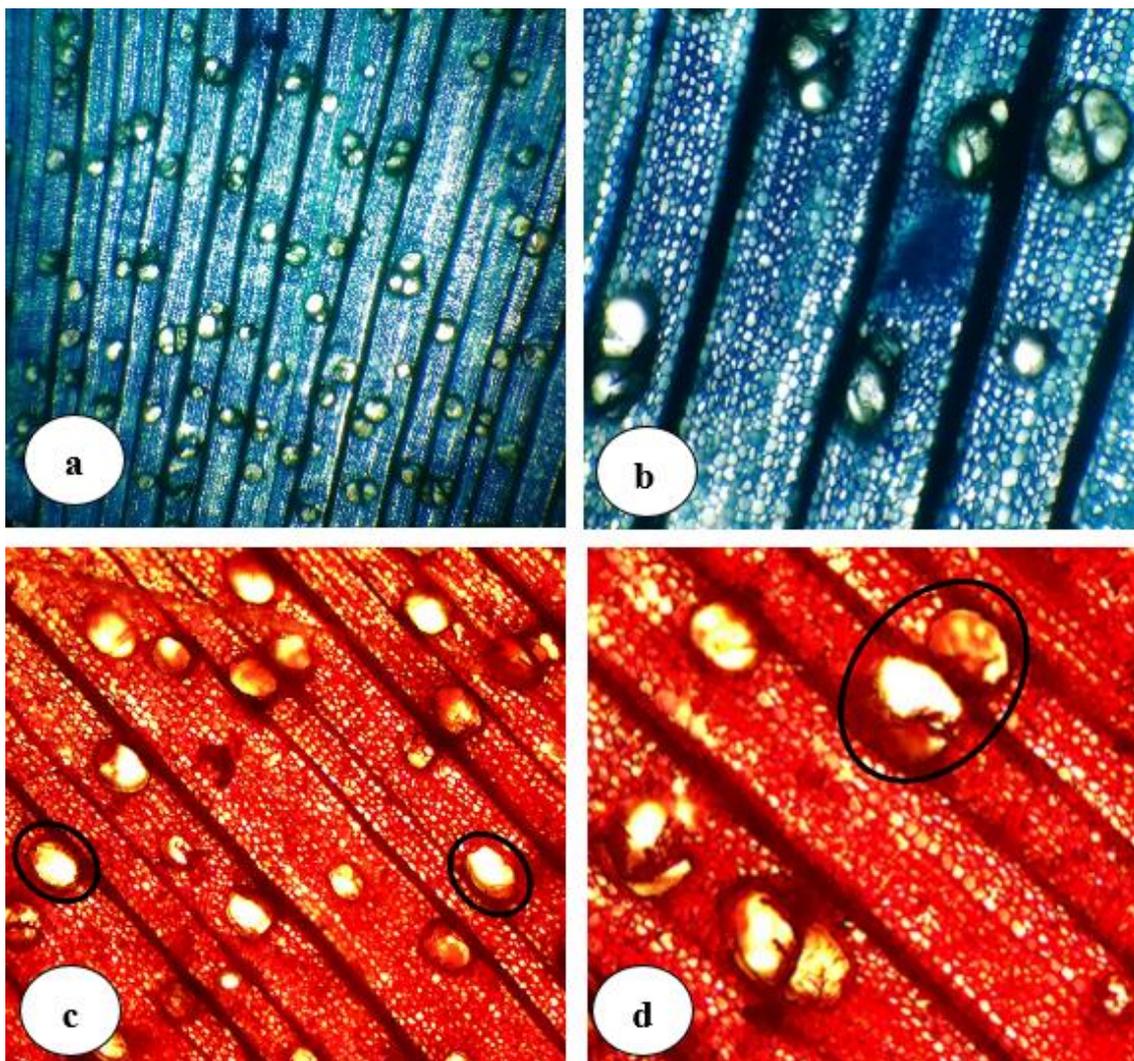
Elaborado por: Cauja, L. 2019

En el análisis de las características del plano radial de las especies forestales comerciales fueron relacionadas con un valor de 0 a 1, donde características no visibles se denomina (0) y características visibles se denomina (1), así obteniendo un total de 5; se obtuvo una aceptabilidad por cada tinte *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. Presenta afinidad con los tintes Safranina, Azul N°1 y Verde malaquita, *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake presenta afinidad con los tintes Safranina y Azul N°1, *Tectona grandis* L presenta mayor afinidad con los tintes Safranina y Verde malaquita (Tabla 11).

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

Sección transversal

Se observan características mediante la tinción Azul N°1 y Safranina. Los poros de esta especie son de tamaño mediano, perceptibles a simple vista, solitarios y múltiples de 2 a 3, muy pocos múltiples de 4. Porosidad semicircular, parénquima visible con lupa de 10X, parénquima paratraqueal vasicéntrico y parénquima paratraqueal unilateral, presenta radios no estratificados que se pueden observar a simple vista (Figura 11).

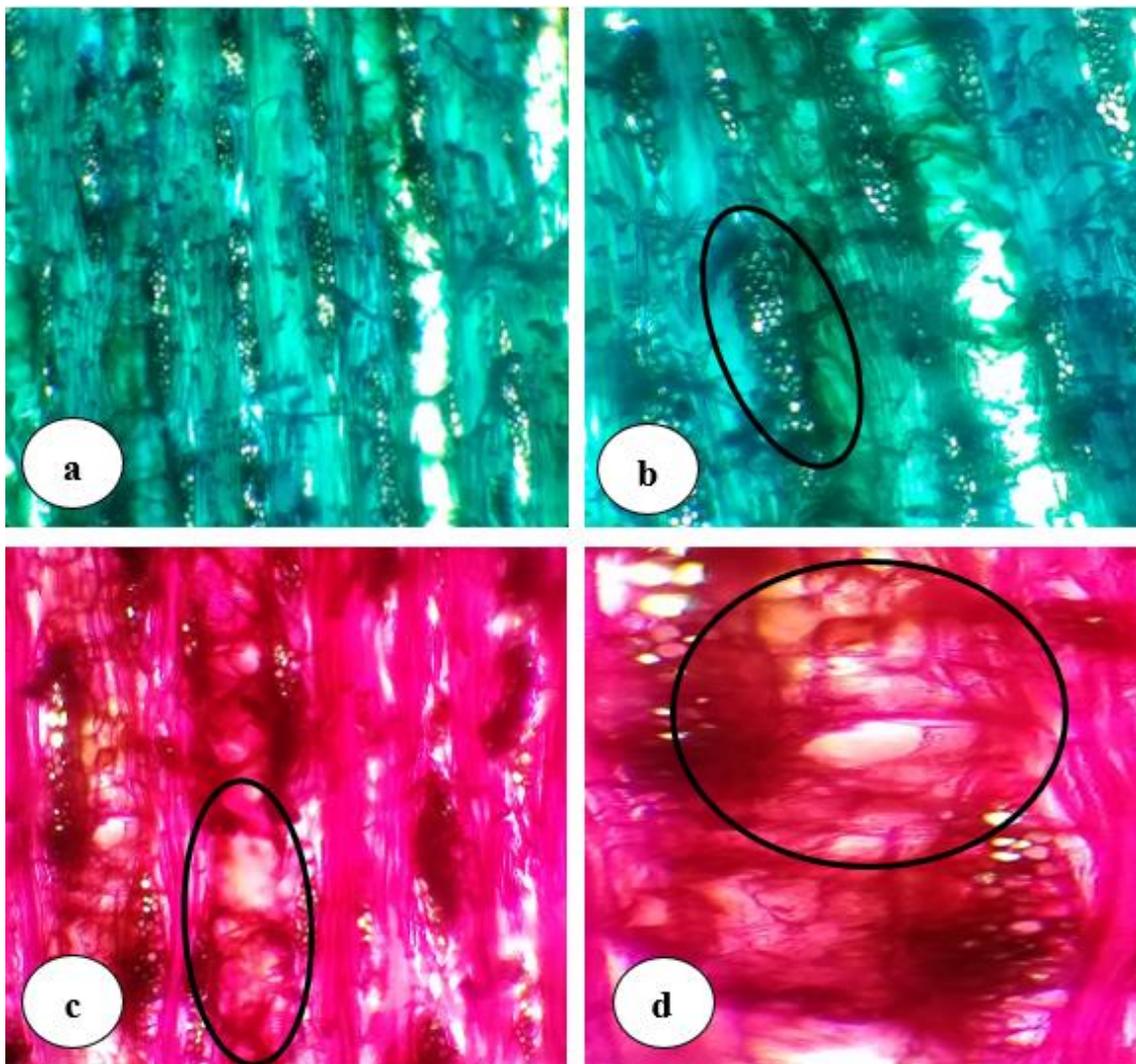


Elaborado por: Cauja, L. 2019

Figura 12. Corte transversal de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. **a.** Azul N°1, distribución de los poros con lente 10X. **b.** Azul N°1, poros múltiples de 2 y 3 en mórula, poros solitarios con lente 4X. **c.** Safranina, parénquima paratraqueal vasicéntrico y parénquima paratraqueal unilateral con lente 10X. **d.** Safranina, poros múltiples y solitarios, poros recubiertos por gomosidad con lente 4X.

Sección tangencial

Se observan características mediante la tinción Azul N°1 y Safranina. Se puede visualizar los radios parenquimáticos mutiseriados, con miembros vasculares y células parenquimáticas. (Figura 12).

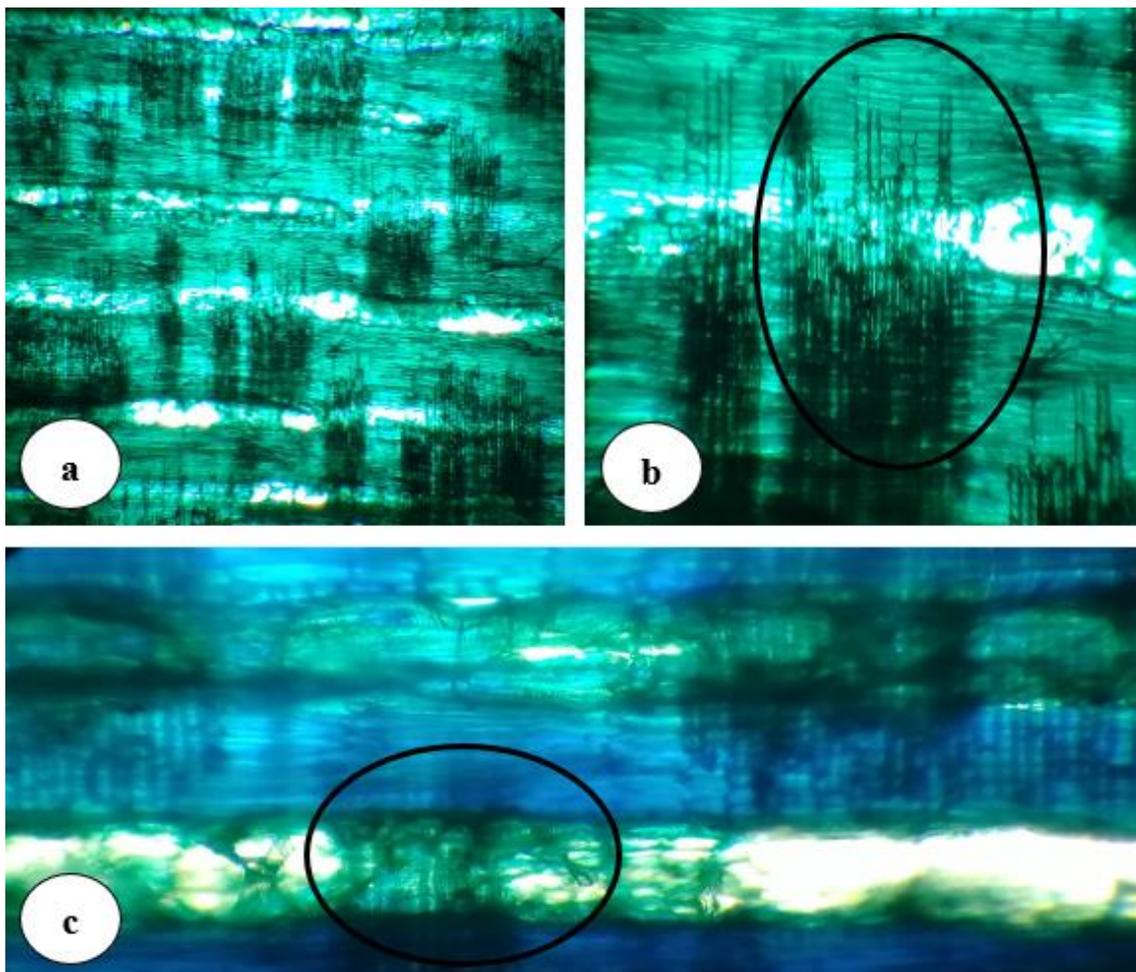


Elaborado por: Cauja, L. 2019

Figura 13. Corte tangencial de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. **a.** Azul N°1, radios parenquimáticos con lente 10X. **b.** Azul N°1, radios mutiseriados con lente 4X. **c.** Safranina, miembros vasculares con células septadas. **d.** Safranina, vaso entrecruzado con células septadas con radios multiseriados lente 4X.

Sección radial

Se observan características mediante la tinción Azul N°1 y Safranina, se visualiza el campo de intersección con células parenquimáticas y miembros vasculares como punteaduras y fibras (Figura 13).



Elaborado por: Cauja, L. 2019.

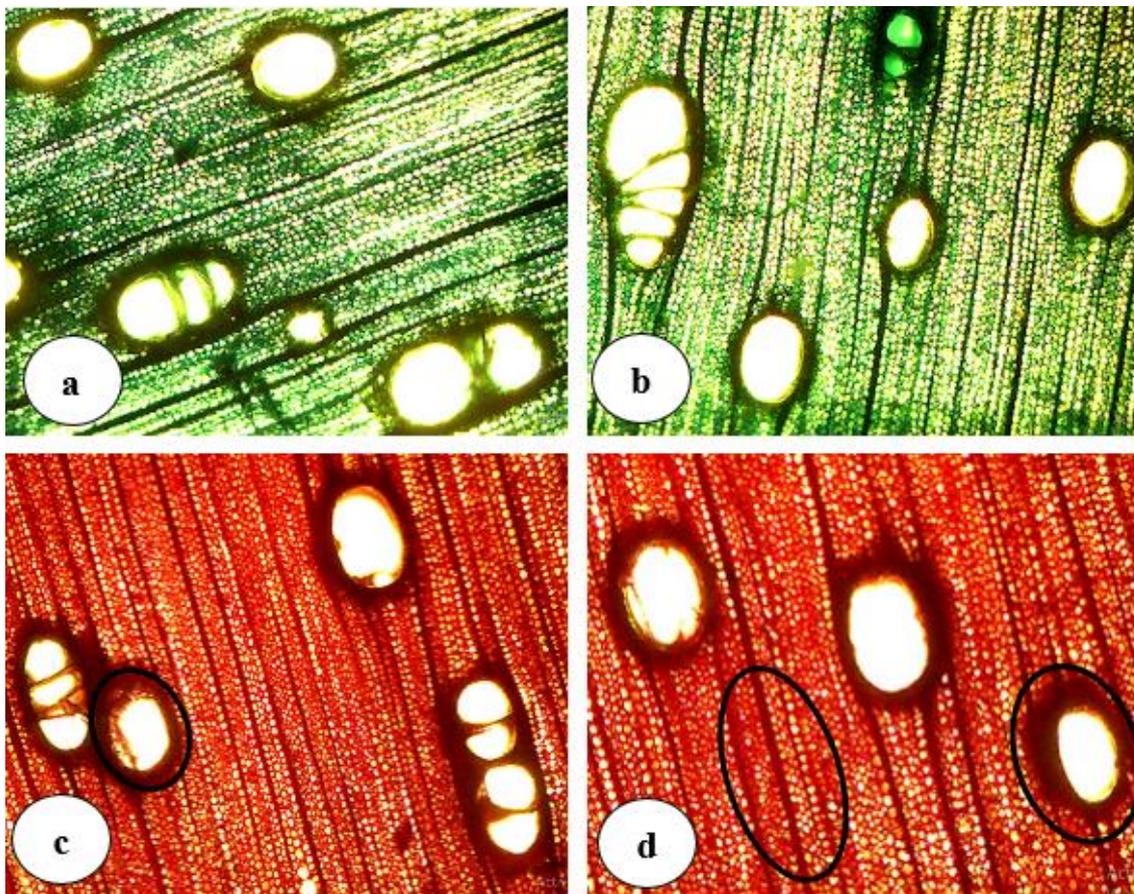
Figura 14. Corte radial *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. **a.** Azul N°1, campo de intersección entre fibras y células parenquimáticas lente 10X. **b.** Azul N°1, cuantiosas células vasculares con fibras delgadas no septadas. **c.** Azul N°1, miembro vascular con punteaduras y fibras lente 4X.

Schizolobium parahybum (Vell.) D. F. Blake

Sección transversal

Se observan las características mediante las tinciones, Azul N°1, Safranina y Verde malaquita. Los poros de esta especie son de gran tamaño perceptibles a simple vista, solitarios y múltiples radiales de 2 a 6. Porosidad difusa en sentido radial de forma

ovalada y muy pocos redonda. Parénquima visible con lupa de 10X, parénquima paratraqueal vasicéntrico y paratraqueal. Radios no estratificados.

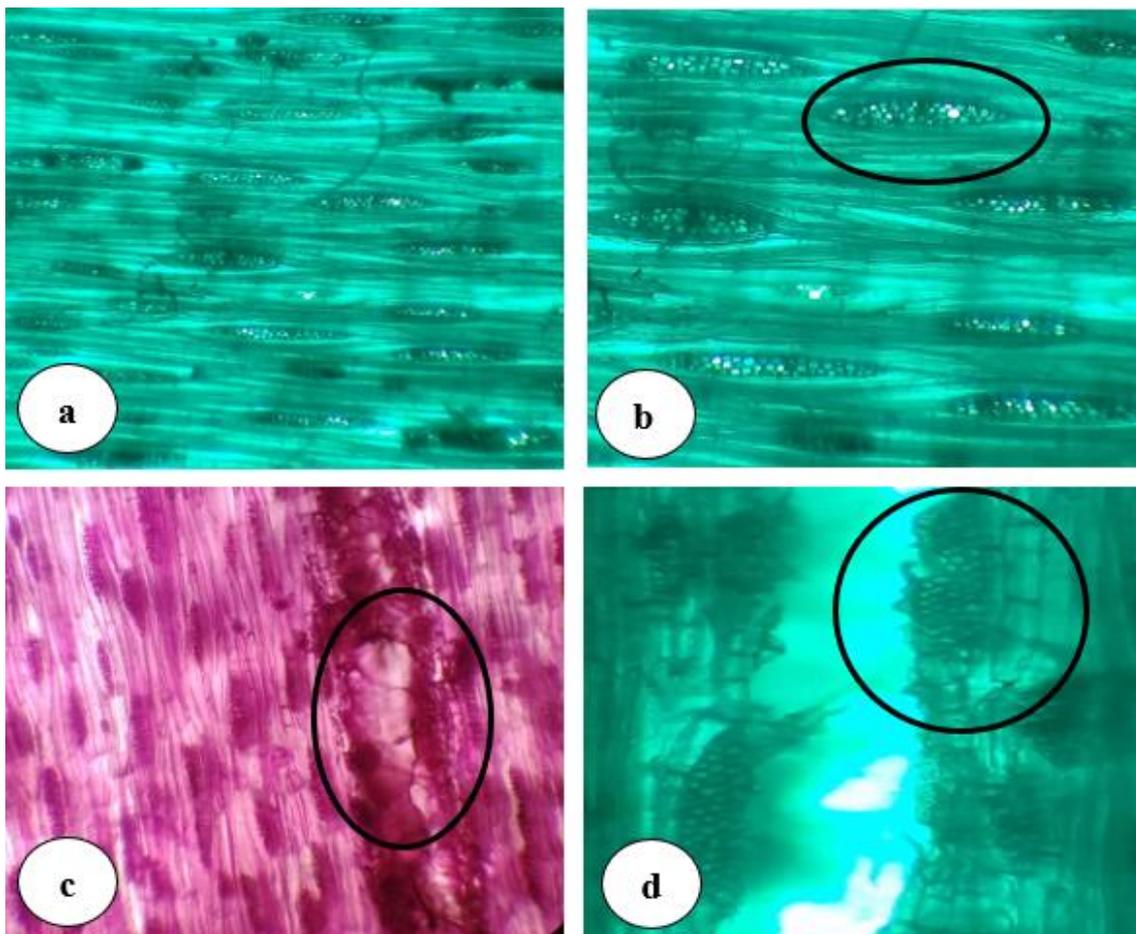


Elaborado por: Cauja, L. 2019

Figura 15. Corte transversal de *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake. **a.** Verde malaquita, distribución en sentido radial de los poros con lente 10X. **b.** Verde malaquita, poros múltiples de 2 a 5, poros solitarios con lente 10X. **c.** Safranina, poros múltiples radiales de 4, parénquima paratraqueal vasicéntrico. **d.** Safranina, células parenquimáticas y radios muy marcados, parénquima paratraqueal unilateral, lente 4X.

Corte tangencial

Se observan características mediante la tinción Azul N°1 y Safranina. Se puede observar los radios no estratificados parenquimáticos y mutiseriados con células parenquimáticas y miembros vasculares.

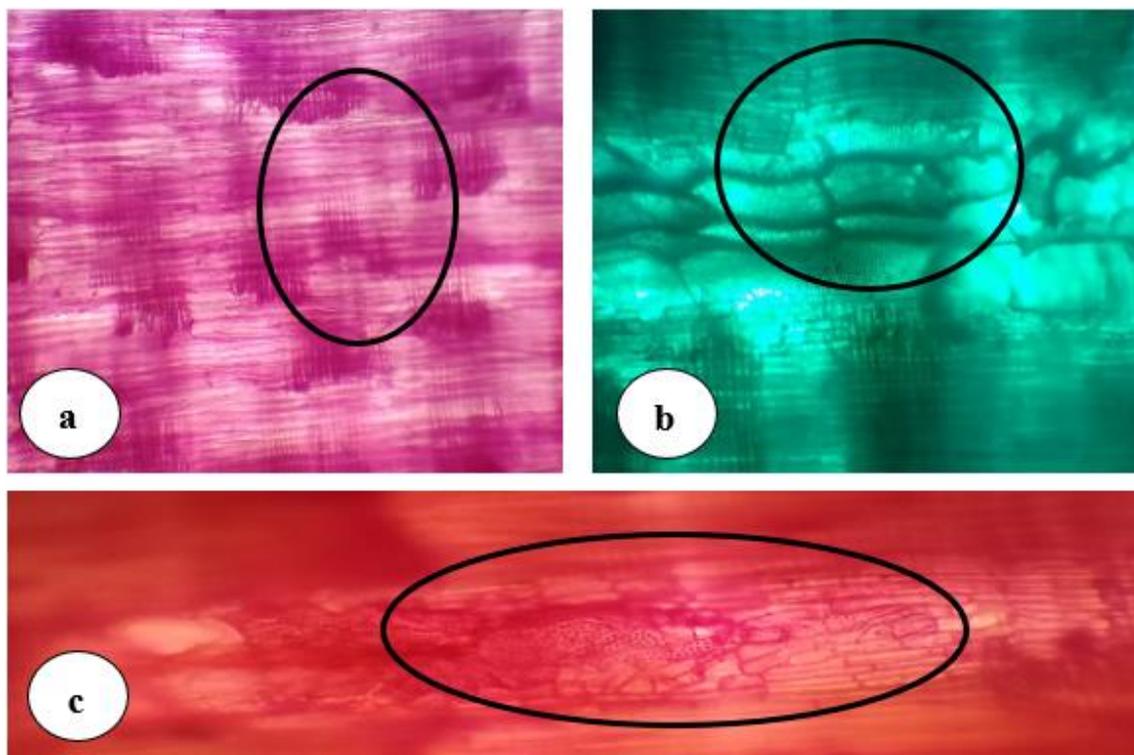


Elaborado por: Cauja, L. 2019

Figura 16. Corte tangencial de *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake. **a.** Azul N°1, radios parenquimáticos con lente 10X. **b.** Azul N°1, radios mutiseriados con células parenquimáticas, lente 4X. **c.** Safranina, intersección entre células parenquimáticas y punteaduras. **d.** Azul N°1, radios multiseriados con fibras, lente 4X.

Corte radial

Se observan características mediante la tinción Azul N°1 y Safranina, se visualiza el campo de intersección con células parenquimáticas y miembros vasculares como punteaduras y fibras.



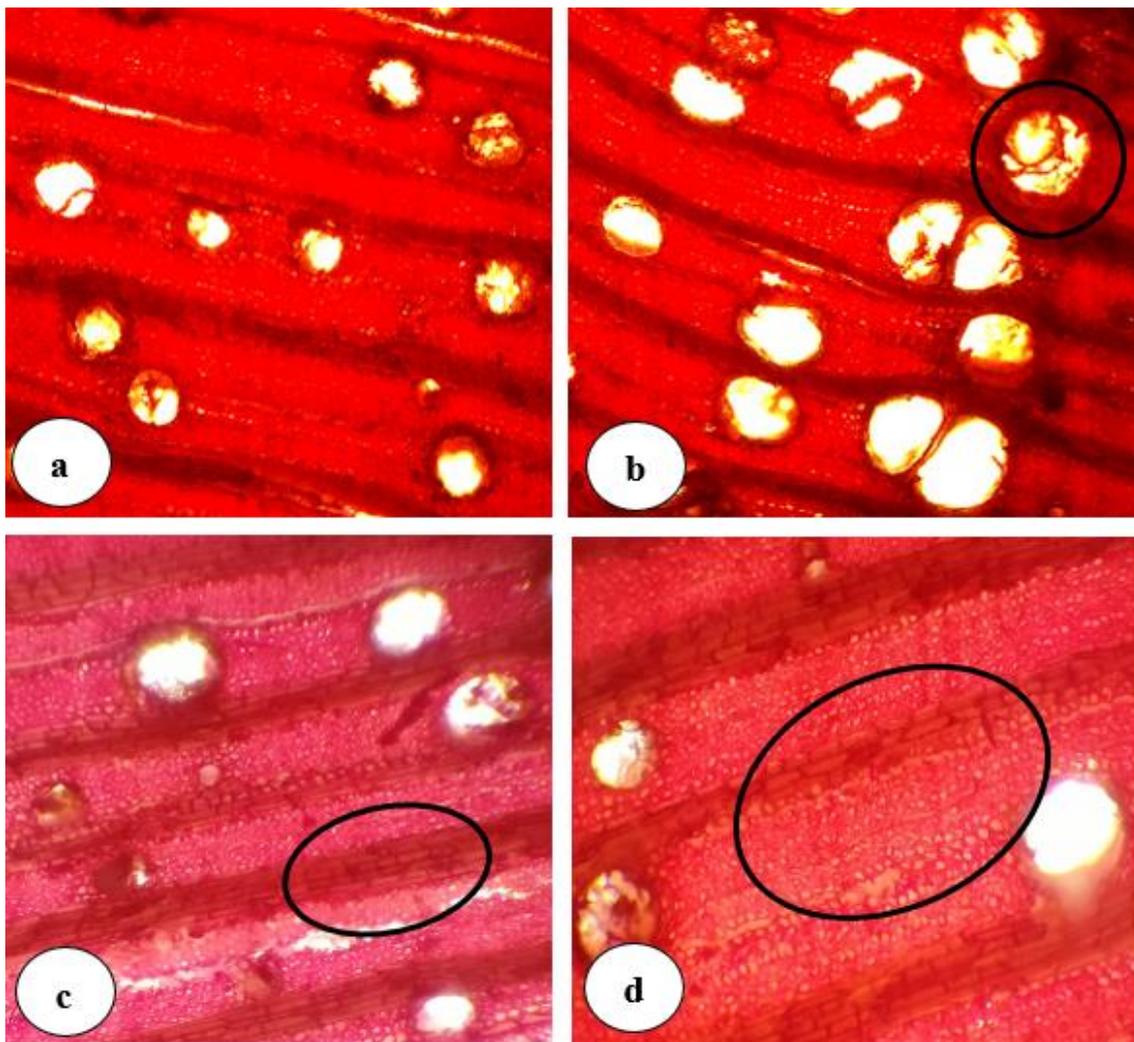
Elaborado por: Cauja, L. 2019.

Figura 17. Corte radial *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake. **a.** Safranina, campo de intersección con fibras no septadas. **b.** Azul N°1, células intervasculares con punteaduras y fibras, lente 4X. **c.** Safranina, vaso entrecruzado con punteaduras y fibras delgadas, lente 4X.

Tectona grandis L

Sección transversal

Se observan las características mediante las tinciones, Safranina y Verde malaquita. Los poros de esta especie son tamaño mediano perceptibles a simple vista, solitarios en su gran mayoría y múltiples radiales de 2 a 3. Porosidad difusa de forma ovalada. Parénquima visible con lupa de 10X, parénquima apotraqueal en bandas y parénquima apotraqueal difuso. Radios compuestos por un tipo de células.

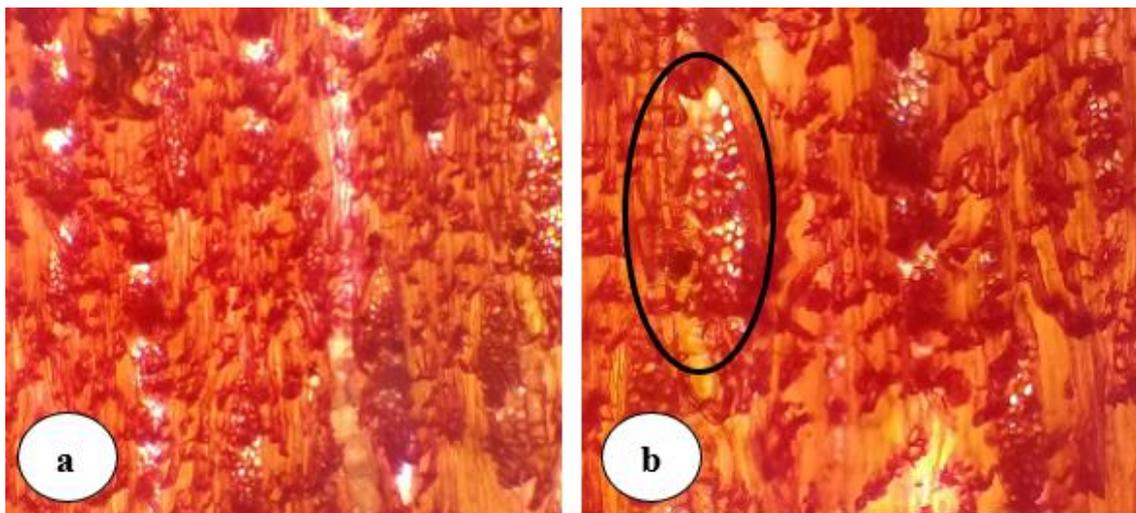


Elaborado por: Cauja, L. 2019

Figura 18. Corte transversal de *Tectona grandis* L. **a.** Safranina, distribución en sentido radial de los poros con lente 10X. **b.** Safranina, poros múltiples de 2 a 3, poros solitarios con lente 10X, presencia de tálides en las paredes interiores del poro. **c.** Safranina, radios compuestos por un tipo de células. **d.** Safranina, parénquima apotraqueal en bandas y parénquima apotraqueal difuso, lente 4X

Corte tangencial

Se observan características mediante la tinción Safranina y Verde malaquita. Se puede observar los radios mutiseriados compuestos por un tipo de celular.

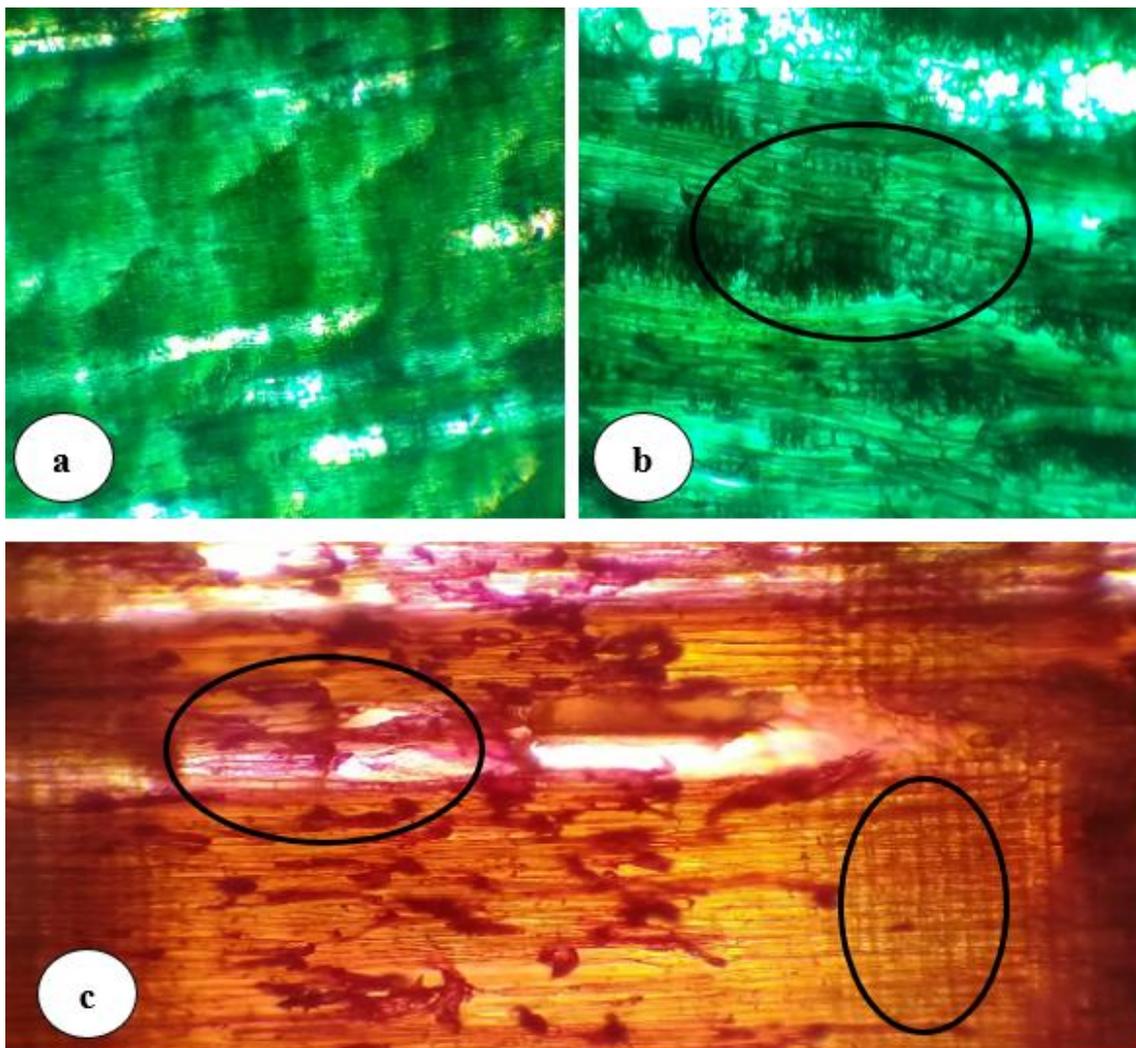


Elaborado por: Cauja, L. 2019

Figura 19. Corte tangencial de *Tectona grandis* L. **a.** Safranina, radios con lente 10X. **b.** Safranina, radios mutiseriados compuestos por celular homogéneas con lente 4X.

Corte radial

Se observan características mediante la tinción Verde malaquita y Safranina, se visualiza el campo de intersección con células parenquimáticas y miembros vasculares como punteaduras y fibras.



Elaborado por: Cauja, L. 2019

Figura 20. Corte radial *Tectona grandis* L. **a.** Verde malaquita, fibras septadas y no septadas, lente 10X. **b.** Verde malaquita, punteaduras con fibras en su gran mayoría cerca de las paredes radiales, lente 4X. **c.** Safranina, células parenquimáticas, fibras y punteaduras.

Comparación de las características microscópicas

Tabla 12. Características microscópicas de las tres especies forestales en estudio

ESPECIES	POROS	PARÉNQUIMA	RADIOS	DISTRIBUCIÓN DE POROS
<i>Cordia alliodora</i>	Tamaño Mediano, Mayoría solitarios seguido de múltiples radiales de 2 a 3, escasos de 4.	Paratraqueal vasicéntrico en poros solitarios y paratraqueal unilateral en escasos poros solitarios. Paratraqueal vasicéntrico confluyente en poros múltiples	Visibles a simple vista	Semicircular
<i>Schizolobium parahybum</i>	Poros de gran tamaño. Mayoría múltiples radiales de 2 a 5, escasos poros solitarios	Paratraqueal vasicéntrico en poros solitarios y múltiples, escaso parénquima paratraqueal aliforme en poros solitarios	Visibles a simple vista	Difuso
<i>Tectona grandis</i>	Tamaño mediano. Mayoría solitarios y escasos múltiples de 2 a 3.	Apotraqueal en bandas y apotraqueal difuso	Visibles a simple vista	Difuso

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Discusión

Según Richter & Dallwitz (2000), manifiestan acerca de las características anatómicas de *Cordia alliodora*, en su estudio realizado presento porosidad semicircular, parénquima axial en bandas, parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente y radios multiseriados. La investigación realizada comparte características similares con nuestro estudio a excepción del parénquima axial en bandas, en los resultados obtenidos se adquirió un parénquima paratraqueal unilateral.

Según Najjar (2016), manifiesta en su investigación sobre características anatómicas de *Schizolobium parahybum*, presentó un tipo de porosidad difusa y su distribución es en sentido radial y agrupación hasta de tres poros en menor proporción, parénquima paratraqueal aliforme y vasicéntrico en menor proporción, radios no estratificados y presencia de inclusiones. Los resultados concuerdan con los obtenidos a nuestra investigación.

Richter & Dallwitz (2000), manifiesta en su investigación acerca de las características anatómicas de *Tectona grandis*, menciona que es una madera de porosidad semi-anular y porosidad anular, presencia de traqueidas vasculares, fibras de paredes medianas septadas o no septadas, presento un parénquima axial en bandas, radios tipos homocelulares y la presencia de tílides en el interior de las paredes. Presenta similitud en a las características microscópicas a excepción de la porosidad y del parénquima, en nuestra investigación muestra porosidad difusa y parénquima apotraqueal difuso.

- **Para el cumplimiento de tercer objetivo; Comparar las características anatómicas de la madera de las tres especies mediante tinciones.**

A. ANÁLISIS DE POROS

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

Para el análisis de poros de *Cordia alliodora* se exportó la tabla resumen de datos del total de poros, tanto solitarios como múltiples (Anexo 1).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat. Seguidamente se realizó la prueba de normalidad del valor total de poros el cual es $\geq 0,05$ indica que es paramétrica (Anexo 2).

Total de poros:

Tabla 13. Análisis de varianza (SC tipo III) del Total de poros de *Cordia alliodora*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3258,50	2	1629,25	2,00	0,1909
TRATAMIENTO	3258,50	2	1629,25	2,00	0,1909
Error	7324,50	9	813,83		
<u>Total</u>	<u>10583,00</u>	<u>11</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en el total de poros respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 13). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Poros solitarios:

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos resultaron ser paramétricos (Anexo 3) por lo cual se recurre al análisis de varianza.

Tabla 14. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros solitarios de *Cordia alliodora*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	783,17	2	391,58	3,16	0,0914
TRATAMIENTO	783,17	2	391,58	3,16	0,0914
Error	1115,75	9	123,97		
Total	1898,92	11			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en poros solitarios respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 14). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Poros múltiples de 2:

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos resultaron ser paramétricos (Anexo 4) por lo cual se recurre al análisis de varianza.

Tabla 15. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 2 de *Cordia alliodora*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	10,17	2	5,08	0,10	0,9062
TRATAMIENTO	10,17	2	5,08	0,10	0,9062
Error	459,50	9	51,06		
Total	469,67	11			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en poros múltiples de 2, respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 15). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Poros múltiples de 3:

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos resultaron ser paramétricos (Anexo 5) por lo cual se recurre al análisis de varianza.

Tabla 16. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 3 de *Cordia alliodora*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	55,17	2	27,58	2,65	0,1246
TRATAMIENTO	55,17	2	27,58	2,65	0,1246
Error	93,75	9	10,42		
Total	148,92	11			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en poros múltiples de 3, respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 16). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

***Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake**

Para el análisis de poros de *Schizolobium parahybum* se exporto la tabla resumen de datos del total de poros, tanto solitarios como múltiples (Anexo 6).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat. Seguidamente se realizó la prueba de normalidad del valor total de poros el cual es $\geq 0,05$ indica que es paramétrica (Anexo 7).

Total de poros

Tabla 17. Análisis de varianza (SC tipo III) del Total de poros de *Schizolobium parahybum*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	62,00	2	31,00	1,62	0,2507
TRATAMIENTO	62,00	2	31,00	1,62	0,2507
Error	172,25	9	19,14		
Total	234,25	11			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en el total de poros respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 17). Mediante

la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Poros solitarios:

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos resultaron ser paramétricos (Anexo 8) por lo cual se recurre al análisis de varianza.

Tabla 18. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros solitarios de *Schizolobium parahybum*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	81,50	2	40,75	3,14	0,0923
TRATAMIENTO	81,50	2	40,75	3,14	0,0923
Error	116,75	9	12,97		
Total	198,25	11			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en poros solitarios respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 18). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Poros múltiples de 2:

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos resultaron ser no paramétricos (Anexo 9) por lo que se realizó transformaciones para los datos con raíz cuadrada y logaritmo natural, luego de las transformaciones de Shapiro-Wilks se normalizaron (Anexo 10). Se consideró los datos con logaritmo natural para realizar el análisis de varianza.

Tabla 19. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 2 de *Schizolobium parahybum* con los datos de logaritmo natural.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	30,50	2	15,25	2,83	0,1113
TRATAMIENTO	30,50	2	15,25	2,83	0,1113
Error	48,50	9	5,39		
<u>Total</u>	<u>79,00</u>	<u>11</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en poros múltiples de 2, respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 19). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Poros múltiples de 3:

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos resultaron ser paramétricos (Anexo 11) por lo cual se recurre al análisis de varianza.

Tabla 20. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 3 de *Schizolobium parahybum*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	10,67	2	5,33	1,26	0,3285
TRATAMIENTO	10,67	2	5,33	1,26	0,3285
Error	38,00	9	4,22		
<u>Total</u>	<u>48,67</u>	<u>11</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en poros múltiples de 3, respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 20). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

***Tectona grandis* L**

Para el análisis de poros de *Tectona grandis* se exportó la tabla resumen de datos del total de poros, tanto solitarios como múltiples (Anexo 12).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat. Seguidamente se realizó la prueba de normalidad del valor total de poros el cual es $\geq 0,05$ indica que es paramétrica (Anexo 13).

Total de poros

Tabla 21. Análisis de varianza (SC tipo III) del Total de poros de *Tectona grandis*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1158,17	2	579,08	2,02	0,1885
TRATAMIENTO	1158,17	2	579,08	2,02	0,1885
Error	2579,50	9	286,61		
<u>Total</u>	<u>3737,67</u>	<u>11</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en total de poros respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 21). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones.

Poros solitarios:

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos resultaron ser paramétricos (Anexo 14) por lo cual se recurre al análisis de varianza.

Tabla 22. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros solitarios de *Tectona grandis*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	44,67	2	22,33	0,68	0,5302
TRATAMIENTO	44,67	2	22,33	0,68	0,5302
Error	295,00	9	32,78		
<u>Total</u>	<u>339,67</u>	<u>11</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en poros solitarios respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 22). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Poros múltiples de 2

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos resultaron ser no paramétricos (Anexo 15) por lo que se realizó transformaciones a raíz cuadrada y luego de las transformaciones de Shapiro-Wilks se normalizaron (Anexo 16). Se consideró los datos con raíz cuadrada para realizar el análisis de varianza.

Tabla 23. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 2 de *Tectona grandis* con datos de raíz cuadrada.

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	129,50	2	64,75	1,84	0,2139
TRATAMIENTO	129,50	2	64,75	1,84	0,2139
Error	316,75	9	35,19		
Total	446,25	11			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en poros múltiples de 2, respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 23). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Poros múltiples de 3

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos resultaron ser no paramétricos (Anexo 17) por lo que se realizó transformaciones a raíz cuadrada y logaritmo natural, luego de las transformaciones de Shapiro-Wilks se normalizaron (Anexo 18). Se consideró los datos de logaritmo natural para realizar el análisis de varianza.

Tabla 24. Análisis de varianza (SC tipo III) Poros múltiples de 3 de *Tectona grandis* con datos de logaritmo natural.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,51	2	0,25	3,08	0,1017
TRATAMIENTO	0,51	2	0,25	3,08	0,1017
Error	0,66	8	0,08		
Total	1,17	10			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en poros múltiples de 3, respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 24). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

B. NÚMERO DE POROS

Para el conteo del número de poros se procedió a tomar una placa de la sección transversal de cada especie, en la cual se delimitó un área de 1cm^2 para posteriormente colocar las placas en observación del microscopio en un lente de 4X y capturar campos ópticos para el conteo de poros los cuales se describen a continuación:

Tabla 25. Numero de poros de las tres especies forestales comerciales

ESPECIE	NÚMERO DE CAMPO ÓPTICO EN 1cm^2	NÚMERO DE POROS
<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)	15	205
<i>Schizolobium parahybum</i> (Pachaco)	15	55
<i>Tectona grandis</i> (Teca)	15	110

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se analizó el número de poros por especie, tomando en cuenta 10 campos ópticos, en donde se puede hacer un conteo progresivo del número de poros por cada placa de diferente especie obteniendo lo siguiente; la especie con mayor número de poros fue *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel), la siguiente fue *Tectona grandis* L (Teca) y finalmente *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake (Pachacho).

C. ANÁLISIS DE PERÍMETROS

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

Para el análisis del perímetro se exportó la tabla resumen correspondiente tanto a poros solitarios y múltiples (Anexo 19).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat. Seguidamente se realizó la prueba de normalidad del valor del perímetro de poros solitarios el cual es $\geq 0,05$ indica que es paramétrica (Anexo 20).

Perímetro de poros solitarios

Tabla 26. Análisis de varianza (SC tipo III) del Perímetro de poros solitarios de *Cordia alliodora*.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6131,05	2	3065,53	1,26	0,3291
TRATAMIENTO	6131,05	2	3065,53	1,26	0,3291
Error	21884,84	9	2431,65		
Total	28015,89	11			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en el perímetro de poros solitarios con respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 26). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres

tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Perímetro de poros múltiples

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos del perímetro de poros múltiples resultaron ser paramétricos (Anexo 21) por lo cual se recurre al análisis de varianza.

Tabla 27. Análisis de varianza (SC tipo III) del Perímetro de poros múltiples de *Cordia alliodora*.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5909,83	2	2954,91	1,18	0,3497
TRATAMIENTO	5909,83	2	2954,91	1,18	0,3497
Error	22473,44	9	2497,05		
Total	28383,26	11			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en el perímetro de poros múltiples con respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 27). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

***Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake**

Para el análisis de poros de *Schizolobium parahybum* se exportó la tabla resumen de datos del perímetro de poros solitarios y múltiples (Anexo 22).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat. Seguidamente se realizó la prueba de normalidad del valor del perímetro de poros solitarios el cual es $\geq 0,05$ indica que es paramétrica (Anexo 23).

Perímetro poros solitarios

Tabla 28. Análisis de varianza (SC tipo III) del perímetro de poros solitarios de *Schizolobium parahybum*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	3295,50	2	1647,75	0,70	0,5223
TRATAMIENTO	3295,50	2	1647,75	0,70	0,5223
Error	21225,92	9	2358,44		
Total	24521,41	11			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en el perímetro de poros solitarios con respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 28). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Perímetro de poros múltiples

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos del perímetro de poros múltiples resultaron ser paramétricos (Anexo 24) por lo cual se recurre al análisis de varianza.

Tabla 29. Análisis de varianza (SC tipo III) del perímetro de poros múltiples de *Schizolobium parahybum*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	221,08	2	110,54	0,03	0,9712
TRATAMIENTO	221,08	2	110,54	0,03	0,9712
Error	33988,23	9	3776,47		
Total	34209,31	11			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en el perímetro de poros múltiples con respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 29). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

***Tectona grandis* L**

Para el análisis del perímetro de *Tectona grandis* se exportó la tabla resumen de datos del perímetro de poros solitarios como múltiples (Anexo 25).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat. Seguidamente se realizó la prueba de normalidad del p valor del perímetro de poros solitarios el cual es $\geq 0,05$ indica que es paramétrica (Anexo 16).

Perímetro de poros solitarios

Tabla 30. Análisis de varianza (SC tipo III) del perímetro de poros solitarios de *Tectona grandis*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	139,78	2	69,89	0,07	0,9351
TRATAMIENTO	139,78	2	69,89	0,07	0,9351
Error	9298,92	9	1033,21		
<u>Total</u>	<u>9438,70</u>	<u>11</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en el perímetro de poros solitarios con respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 30). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

Perímetro de poros múltiples

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilks y los datos del perímetro de poros múltiples resultaron ser paramétricos (Anexo 27) por lo cual se recurre al análisis de varianza.

Tabla 31. Análisis de varianza (SC tipo III) del perímetro de poros múltiples de *Tectona grandis*

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	2505,40	2	1252,70	0,79	0,4818
TRATAMIENTO	2505,40	2	1252,70	0,79	0,4818
Error	14222,32	9	1580,26		
<u>Total</u>	<u>16727,72</u>	<u>11</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se efectuó el análisis de varianza y se observó que no hay diferencias significativas en el perímetro de poros múltiples con respecto a las tinciones según el valor de ($p > 0,05$) (Tabla 31). Mediante la prueba de Tukey no se encontró significancias en las tres tinciones, ya que presentaron en común la misma categoría y estadísticamente no son diferentes.

D. ANALISIS ENTRE ESPECIES

Se realizó un análisis entre las tres especies forestales comerciales acerca del número total de poros, poros solitarios y poros múltiples; perímetro de poros solitarios y perímetro de poros múltiples.

Los datos obtenidos son mayores a 30 y se utilizó la prueba de ajuste de Kolmogorov.

Número total de poros

Para el análisis del número total de poros de las especies se exportó la tabla resumen de datos (Anexo 28).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat y se ejecutó la prueba de ajuste de Kolmogorov del total de poros el cual indica que es no paramétrica (Anexo

29) por lo que se transformó los datos a logaritmo natural y este también resultó ser no paramétrica (Anexo 30).

Tabla 32. Análisis de varianza (SC tipo III) para el número total de poros entre especies

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	8,36	4	2,09	61,74	<0,0001
ESPECIES	8,34	2	4,17	123,07	<0,0001
TINTES	0,03	2	0,01	0,40	0,6719
Error	1,05	31	0,03		
<u>Total</u>	<u>9,41</u>	<u>35</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se observó el resultado del análisis de varianza donde se encontró significancias en las tres las tres especies (Tabla 32).

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y se determinó que existen diferencias significativas entre especies.

Tabla 33. Prueba de Kruskal-Wallis del número total de poros entre especies

<u>Variable</u>	<u>ESPECIES</u>	<u>N</u>	<u>MediasD.E.</u>	<u>Medianas</u>	<u>H</u>	<u>p</u>
Nº TOTAL PORO	LAUREL	12	121,50 31,02	112,50	28,76	<0,0001
Nº TOTAL PORO	PACHACO	12	37,75 4,61	36,00		
Nº TOTAL PORO	TECA	12	84,83 18,43	79,00		

<u>Trat.</u>	<u>Ranks</u>	
PACHACO	6,50	A
TECA	19,50	B
<u>LAUREL</u>	<u>29,50</u>	<u>C</u>

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

Elaborado por: Cauja, L. 2019

En la prueba de Kruskal-Wallis de acuerdo al número total entre especies se evidencia tres categorías (A, B y C), donde; Pachaco (*Schizolobium parahybum*) presenta la primera

categoría, Teca (*Tectona grandis*) presenta la segunda categoría y Laurel (*Cordia alliodora*) presenta la tercera categoría (Tabla 33).

Poros solitarios

Para el análisis de poros solitarios de las especies se exporto la tabla resumen de datos (Anexo 31).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat y se ejecutó la prueba de ajuste de Kolmogorov del total de poros el cual indica que es no paramétrica (Anexo 32) por lo que se transformó los datos a logaritmo natural y este también resultó ser no paramétrica (Anexo33).

Tabla 34. Análisis de varianza (SC tipo III) para poros solitarios entre especies

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	15,47	4	3,87	90,16	<0,0001
ESPECIE	15,23	2	7,61	177,55	<0,0001
TINTE	0,24	2	0,12	2,78	0,0774
Error	1,33	31	0,04		
<u>Total</u>	<u>16,80</u>	<u>35</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se observó el resultado del análisis de varianza donde se encontró significancias en las tres las tres especies (Tabla 34).

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y se determinó que existen diferencias significativas entre especies.

Tabla 35. Prueba de Kruskal-Wallis de poros solitarios entre especies

<u>Variable</u>	<u>ESPECIE</u>	<u>N</u>	<u>Medias</u>	<u>D.E.</u>	<u>Medianas</u>	<u>H</u>	<u>p</u>
POROS-SOLITARIOS	LAUREL	12	61,92	13,14	61,00	24,99	<0,0001
POROS-SOLITARIOS	PACHACO	12	14,75	4,25	14,50		
POROS-SOLITARIOS	TECA	12	51,83	5,56	51,00		

<u>Trat. Ranks</u>		
PACHACO	6,50	A
TECA	21,75	B
LAUREL	27,25	B

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

Elaborado por: Cauja, L. 2019

En la prueba de Kruskal-Wallis de acuerdo a poros solitarios entre especies se evidencia dos categorías (A, B), donde; Pachaco (*Schizolobium parahybum*) presenta una categoría menor a diferencia de Teca (*Tectona grandis*) y Laurel (*Cordia alliodora*) presenta la misma categoría (Tabla 35).

Poros múltiples

Para el análisis de poros múltiples de las especies se exportó la tabla resumen de datos (Anexo 34).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat y se ejecutó la prueba de ajuste de Kolmogorov del total de poros el cual indica que es no paramétrica (Anexo 35) por lo que se transformó los datos a logaritmo natural y este también resultó ser no paramétrica (Anexo 36).

Tabla 36. Análisis de varianza (SC tipo III) para poros múltiples entre especies

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	7,64	4	1,91	14,33	<0,0001
ESPECIE	7,39	2	3,70	27,75	<0,0001
TINTE	0,24	2	0,12	0,91	0,4122
Error	4,13	31	0,13		
<u>Total</u>	<u>11,77</u>	<u>35</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se observó el resultado del análisis de varianza donde se encontró significancias en las tres las tres especies (Tabla 36).

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y se determinó que existen diferencias significativas entre especies.

Tabla 37. Prueba de Kruskal-Wallis de poros múltiples entre especies

Variable	ESPECIE	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
POROS-SOLITARIOS	LAUREL	12	26,08	8,40	26,50	22,92	<0,0001
POROS-SOLITARIOS	PACHACO	12	8,75	3,05	9,00		
POROS-SOLITARIOS	TECA	12	15,75	7,21	14,00		

Trat.	Ranks	
PACHACO	8,04	A
TECA	18,83	B
LAUREL	28,63	C

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

Elaborado por: Cauja, L. 2019

En la prueba de Kruskal-Wallis de acuerdo a poros múltiples entre especies se evidencia dos categorías (A, B), donde; Pachaco (*Schizolobium parahybum*) presenta una categoría menor, seguido de Teca (*Tectona grandis*) y al final Laurel (*Cordia alliodora*) presenta la categoría mayor. (Tabla 37).

Perímetro de poros solitarios

Para el análisis de perímetro de poros solitarios de las especies se exportó la tabla resumen de datos (Anexo 37).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat y se ejecutó la prueba de ajuste de Kolmogorov del total de poros el cual indica que es no paramétrica (Anexo 38) por lo que se transformó los datos a logaritmo natural y este también resultó ser no paramétrica (Anexo 39).

Tabla 38. Análisis de varianza (SC tipo III) para perímetro de poros solitarios entre especies

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,08	4	1,02	122,42	<0,0001
ESPECIES	4,06	2	2,03	243,76	<0,0001
TINTES	0,02	2	0,01	1,09	0,3498
Error	0,26	31	0,01		
Total	4,34	35			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se observó el resultado del análisis de varianza donde se encontró significancias en las tres las tres especies (Tabla 38).

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y se determinó que existen diferencias significativas entre especies.

Tabla 39. Prueba de Kruskal-Wallis de perímetro de poros solitarios entre especies

Variable	ESPECIES	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
P. SOLITARIO	LAUREL	12	399,22	50,47	390,25	23,35	<0,0001
P. SOLITARIO	PACHACO	12	802,77	47,21	786,15		
P. SOLITARIO	TECA	12	391,00	29,29	395,58		

Trat. Ranks

LAUREL 12,50 A

TECA 12,50 A

PACHACO 30,50 B

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

Elaborado por: Cauja, L. 2019

En la prueba de Kruskal-Wallis de acuerdo perímetro de poros solitarios entre especies se evidencia dos categorías (A, B), donde; Laurel (*Cordia alliodora*) y Teca (*Tectona grandis*) presentan la misma categoría a diferencia de Pachaco (*Schizolobium parahybum*) presenta una categoría mayor (Tabla 39).

Perímetro de poros múltiples

Para el análisis de perímetro de poros múltiples de las especies se exportó la tabla resumen de datos (Anexo 40).

Se procedió a ingresar los datos en el programa estadístico Infostat y se ejecutó la prueba de ajuste de Kolmogorov del total de poros el cual indica que es no paramétrica (Anexo 41) por lo que se transformó los datos a logaritmo natural y este también resultó ser no paramétrica (Anexo 42).

Tabla 40. Análisis de varianza (SC tipo III) para perímetro de poros múltiples entre especies

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo	1,69	4	0,42	33,97	<0,0001
ESPECIE	1,67	2	0,83	67,29	<0,0001
TINTES	0,02	2	0,01	0,65	0,5285
Error	0,38	31	0,01		
<u>Total</u>	<u>2,07</u>	<u>35</u>			

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Se observó el resultado del análisis de varianza donde se encontró significancias en las tres las tres especies (Tabla 40).

Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis y se determinó que existen diferencias significativas entre especies.

Tabla 41. Prueba de Kruskal-Wallis de perímetro de poros múltiples entre especies

<u>Variable</u>	<u>ESPECIE</u>	<u>N</u>	<u>MediasD.E.</u>	<u>Medianas H</u>	<u>p</u>
P. MULTIPLE	LAUREL	12	374,87 50,80	365,40 23,65	<0,0001
P. MULTIPLE	PACHACO	12	599,79 55,77	595,30	
<u>P. MULTIPLE</u>	<u>TECA</u>	<u>12</u>	<u>387,78 39,00</u>	<u>387,46</u>	

Trat.	Ranks
LAUREL	11,33 A
TECA	13,67 A
PACHACO	30,50 B

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

Elaborado por: Cauja, L. 2019

En la prueba de Kruskal-Wallis de acuerdo perímetro de poros solitarios entre especies se evidencia dos categorías (A, B), donde; Laurel (*Cordia alliodora*) y Teca (*Tectona grandis*) presentan la misma categoría a diferencia de Pachaco (*Schizolobium parahybum*) presenta una categoría mayor (Tabla 41).

E. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

Densidad en seco

Tabla 42. Cálculo de la densidad de las tres especies forestales comerciales

ESPECIE	MASA (g)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (g/cm ³)
<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)	4,50	8	0,57
<i>Schizolobium parahybum</i> (Pachaco)	3,38	8	0,42
<i>Tectona grandis</i> (Teca)	5,59	8	0,7

Elaborado por: Cauja, L. 2019

En los resultados de la densidad de las especies forestales comerciales en estudio nos indica la mayor densidad para Teca (*Tectona grandis*), dureza media Laurel (*Cordia alliodora*) y densidad mínima a Pachaco (*Schizolobium parahybum*). Se obtuvo volumen y masa en seco para la obtención de la densidad de la misma (Tabla 42).

Densidad en verde**Tabla 43.** Cálculo de la densidad de las tres especies forestales comerciales

ESPECIE	MASA (g)	VOLUMEN (cm³)	DENSIDAD (g/cm³)
<i>Cordia alliodora</i> (Laurel)	7,11	9,26	0,77
<i>Schizolobium parahybum</i> (Pachaco)	10,60	9,24	1,15
<i>Tectona grandis</i> (Teca)	8,86	8,82	1

Elaborado por: Cauja, L. 2019

Los resultados que se obtuvieron de volumen vario entre las tres especies debido a que las muestras se hincharon por el agua, siendo así para, Pachacho (*Schizolobium parahybum*) con mayor densidad debido a que presenta poros grandes y estos absorben gran cantidad de agua, Teca (*Tectona grandis*) en densidad media por el tamaño mediano de sus poros y Laurel (*Cordia alliodora*) con menor densidad.

VI. CONCLUSIONES

Se identificó dendrológicamente las muestras de las especies recolectadas en el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo llegando así a determinarse el familia, género y especie de cada una de las muestras. Las tres especies forestales comerciales pertenecen a diferentes familias, pero presentan características similares como su color entre duramen y albura, formal del fuste entre cilíndrica y recta.

A nivel microscópico solo *Schizolobium parahybum* presento un tamaño considerable de poros visibles a simple viste, poros múltiples de 2-6. Mientras que *Cordia alliodora* y *Schizolobium parahybum* presentaron poros de tamaño mediano

Se observó las características microscópicas de la madera de las tres especies en estudio tomando en cuenta los tres tintes, en corte transversal se determinó que Safranina tuvo una excelente afinidad para todas las especies, en el corte tangencial y corte radial para *Cordia alliodora* y *Schizolobium parahybum* tuvo mayor adaptabilidad con Azul N°1 a diferencia de *Tectona grandis* este presento mayor afinidad con Safranina en sus tres cortes, transversal, tangencial y radial, con el tinte verde malaquita no se logró observar.

Se determinó que no se estableció un mismo tinte para observar las características microscópicas de los tres planos de la madera, debido a que esta puede cambiar o variar según las características.

De acuerdo al estudio realizado se define que la cantidad y el tamaño de poros que mientras más pequeños y en mayor cantidad la madera será más dura y presenta una densidad mayor; caso contrario si la madera presenta poros de gran tamaño y en menor cantidad esta madera es más blanda con una densidad menor. Tal es el caso de *Schizolobium parahybum* mayor tamaño de poros con una cantidad menor y densidad menor. En cambio, *Cordia alliodora* presenta mayor número de poros de tamaño mediano y su densidad es menor debido a que la muestra procede de un árbol joven y sus poros no estuvieron bien desarrollados.

Se acepta la hipótesis alternativa ya que las tres especies forestales en estudio presentaron al menos una característica diferente mediante tinciones.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda ser cuidadoso con las láminas a visualizar ya que estas pueden saturarse debido al exceso del tinte y dificultar al momento de observar las estructuras

La solución preparada con cada tinción debe pasar por un proceso de filtrado para evitar que la misma oscurezca las muestras.

Utilizar diferentes concentraciones con respecto a los tintes para la observación de las características anatómicas de la madera

Utilizar diferentes tintes, tanto vegetales, animales y minerales para saber qué diferencia presenta.

Realizar estudios anatómicos de las mismas especies en diferentes localidades en condiciones climáticas y edáficas diferentes

Se recomienda complementar la información con estudios acerca de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de las especies con el fin de generar una fuente de información completa para el sector industrial

VIII. RESUMEN

El Ecuador es un país privilegiado por su ubicación, su biodiversidad, la riqueza de su fauna y el crecimiento acelerado de su flora, pero con escasa información sobre las características anatómicas y organolépticas de la madera, esta investigación propone: caracterizar anatómicamente tres especies forestales comerciales mediante tinciones, procedentes del Bosque Análogo "Don Ramón", ubicado en el cantón Curandá, provincia de Chimborazo, para contribuir con información verídica y concisa. Las 3 especies recolectadas en el sector, son conocidas como: Laurel, Pachaco y Teca. Para la identificación dendrológica se utilizó el herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Para la identificación anatómica se realizó cubos de 2cm³, para el ablandamiento en el autoclave se sometió a una temperatura de 121 °C, con una presión de 11,61 atm, se ablandaron durante un ciclo (1 hora), se realizaron los cortes (transversal, tangencial y radial) con el microtomo rotatorio calibrado a 0,3 micras, las láminas obtenidas fueron colocadas en caja Petri con agua destilada para su hidratación, para la colocación de las tinciones: Safranina al 1%, Azul #1 al 1% y Verde malaquita al 0,5%, logrando observar todas las estructuras anatómicas en los tres cortes. Para las características organolépticas (textura, lustre, olor, color, sabor, grano y veteado), se realizó probetas de con las siguientes dimensiones: 2 x 9 x 15cm. Se aisló 4 cubos por cada especie para calcular la densidad promedio. Finalmente se realizó las tablas comparativas de las tres especies en estudio, utilizando un análisis de varianza.

Palabras clave: CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS - CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS – DENDROLOGÍA - ESPECIES FORESTALES COMERCIALES – BOSQUE ANÁLOGO.

Por: Ana Lizbeth Cauja Robles



IX. SUMMARY

Ecuador is a privileged country due to its location, its biodiversity, the richness of its fauna and accelerated growth of its flora, but with little information about the wood anatomical and organoleptic characteristics, this research proposes: to characterize anatomically three commercial forestall species through stains, this come from the Analogue Forest "Don Ramón", located in the Cumandá canton, Chimborazo Province to contribute with truthful and concise information. The 3 gather species in the area are known as: Laurel, "Pachaco" and Teak. The herbarium of the Escuela Superior Politécnica de Chimborazo was used for the dendrological identification. 2 cm³ cubes were realized for the anatomical identification, for the softening in the autoclave it was submitted to a temperature of 121 °C, with a pressure of 11,61 atm, these were softening during a cycle (1 hour), the cuts (transversal, tangential and radial) were realized with the rotary microtome calibrated to 0,3 microns, the sheets that were obtained were put in Petri dish with distilled water for its hydration for the stains colocation: safranin to 1 %, blue #1 to 1 %, and malachite green to 0,5 %, getting to observe all the anatomical structures in the three cuts. Test tubes with the following dimensions were done: 2 x 9 x 15 cm for the organoleptic characteristics (texture, lustre, smell, flavour, grain and veined). Four cubes for each species were isolated to calculate the average density. Finally, comparative tables of the three species under study were done, using an analysis of variance.

Keywords: ANATOMICAL CHARACTERISTICS - ORGANOLEPTIC CHARACTERISTICS – DENDROLOGY - COMMERCIAL FORESTALL SPECIES - ANALOGUE FOREST.



X. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J., & Guzowski, E. (2011). *Materiales y materias primas. Madera*. Recuperado el 12 de febrero de 2019, de: <http://www.inet.edu.ar/wp-content/uploads/2012/11/madera.pdf>
- Aguirre, H. (2012). *Colorante Safranina O*. Recuperado el 18 de junio del 2019, de: <https://www.medigraphic.com/pdfs/invdiss/ir-2012/ir122f.pdf>
- Arostegui, A. (1975). *Estudio tecnológico de madera del Perú*. Zona Pucallpa. Vol. II. Normas y Métodos. Dirección General de Investigación Agraria. UNA. Lima - Perú. p. 103.
- Arostegui, A. (1976). *Estudio tecnológico de madera del Perú*. Zona Pucallpa. Vol. II. Normas y Métodos. Dirección General de Investigación Agraria. UNA. Lima - Perú. p. 103
- Arostegui, A. (1982). *Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de la madera Peruana*. Documento de Trabajo N° 02. Proyecto PN- UD/FAD/PER/81/002. Fortalecimiento de los Programas de Desarrollo Forestal en la Selva central. Lima – Perú.
- Aylas, A. (2004). *Manual de propiedades físicas de la madera*. Huancayo-Perú: UNCP.
- Basri, E., Rohadi, D., Priadi, T., & Wahyudi, I. (2003). *The alleviation of discoloration in Teak (Tectona grandis) wood through drying and chemical treatments*. In International IUFRO Wood Drying Conference. (8th, Brasov, RO). Proceedings. Bogor, ID, Forest Products Technology Research and Development Center. pp. 319-323.
- Bhat, K., Priya, P., & Rugmini, P. (2001). *Characterization of juvenile wood in teak*. Wood Science and Technology 34(6):517-532.
- Burger, L., & Richter, H. (1991). *Anatomia da madeira*. São Paulo - Brasil: Nobel. p. 153
- Carlquist, S. (1984). *Wood and stem anatomy of Bergia suffruticosa: relationship of Elatinaceae and broader significance of vascular tracheids, vasicentric tracheids, and libriform vessel elements*. Ann. Mo. Bot. Gard 71:232-242

- Caranqui, J. (2011). *Manual de operaciones Herbario Politécnico CHEP*. Recuperado el 11 de enero del 2019, de: http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/504/1/Manual_Procedimiento_Herbario1.pdf
- Caranqui, J. (2016). *Sistema de clasificación APG en el herbario CHEP de la ESPOCH, Riobamba Ecuador*. Recuperado el 22 de enero del 2019, de: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4629>
- Centro de Bioinformática – Instituto de Biotecnología. Universidad Nacional de Colombia. (s,f). *FD&C Azul No.1*. Recuperado el 29 de enero del 2019, de: <http://bioinf.ibun.unal.edu.co/SINCO/ficha.php?formIDColorante=33>
- Cerón, C. (2003). *Manual de botánica ecuatoriana: sistemática y métodos de estudio*. Facultad de Filosofía, Letras y Educación. Universidad Central del Ecuador. Quito -Ecuador.
- Corporación de Estudios y Publicaciones (2017). *Legislación forestal*. Quito-Ecuador: Talleres de la Corporación de Estudios y Publicaciones.
- Díaz, V. (s,f). *Recursos forestales, conocimientos y usos*. Recuperado el 26 de enero del 2019, de: http://www.cnf.gob.mx:8090/snif/especies_forestales/index.php
- Díaz, E. (2003). *Anatomía de maderas*. Valdivia Chile. Ed. Marisa Cuneo Ediciones, Universidad Austral de Chile. p.151.
- Ecuador Forestal. (2012). *Ficha técnica N°1. Teca*. Recuperado el 12 de junio del 2019, de: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-1-teca/>
- Ecuador Forestal. (2012). *Ficha técnica N°2. Pachaco*. Recuperado el 13 de junio del 2019, de: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-n-2-pachaco/>
- Ecuador Forestal. (2012). *Ficha técnica N°8. Laurel*. Recuperado el 15 de junio del 2019, de: <http://www.ecuadorforestal.org/download/contenido/laurel.pdf>

- Fredericksen T., Pariona W., Justiniano J., & Nash G. (2001). *Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. Serebó o Sombrerillo Schizolobium parahybum (Vell.) S.F. Blake Caesalpinaceae. Bolfor*. Santa Cruz, Bolivia. p. 120
- Guardia, P. (2000). *Manual técnico de formación para la caracterización de madera de uso estructural*. Recuperado 13 de marzo del 2019, de: <http://normadera.tknika.net/es/content/tinci%C3%B3n-0>
- Instituto Nacional de Investigación Agraria – Perú. (1996). *Manual de Identificación de Especies Forestales de la Subregión Andina*. Recuperado el 15 de marzo del 2019, de: http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2448/Technical/S-PD-150-91-R1-I-Manual%20de%20Identificaci%C3%B3n-1.pdf
- Jorgensen, P., & Yáñez, L. (1999). *Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador*. Missouri Botanical Garden. St Louis, USA.
- Kollman, F. (1959). *Tecnología de la madera y sus aplicaciones*. (2ª. ed). Munich-Alemania: Ministerio de Agricultura. p. 2
- Kollmann, F. (1959). *Tecnología de la Madera y sus Aplicaciones*. Tomo I. Instituto Forestal de Investigación y Experimentación y el servicio de la madera, Madrid, España. p. 672
- López, L., Hernández., Colín, C., Ortega, S., Cerón, G., & Franco, R. (2014). *Las tintaciones básicas en el laboratorio de microbiología*. *Ceniaq*. 3(1),10-18.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2011). *Supervisión y verificación de los recursos forestales en Ecuador*. Recuperado el 22 de marzo del 2019, de: http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/Op-97.pdf
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2016). *Resultados del Programa Socio Bosque*. Recuperado el 02 de mayo del 2019, de: <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/?q=node/>. Quito-Ecuador
- Miranda, A. (2017). *Almacenamiento de carbono de tres tipos de uso de la tierra, para promover el manejo en áreas degradadas de Cumandá-Ecuador*

- Najar, V. (2016). *Estudios de la estructura anatómica y características organolépticas de Schizolobium parahybum (Vell.) D. F. Blake "Pino chuncho", proveniente de una plantación agroforestal de 7 años en la zona de Tulumayo*. (Tesis de grado. Ingeniero Recursos Naturales Renovables). Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María – Perú
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2010). *Importancia comercial de especies forestales*. Recuperada el 28 de abril del 2019, de: <http://www.fao.org/docrep/015/i2080s/i2080s01.pdf> L
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2010a). *Evaluación De Los Recursos Forestales Mundiales*. Roma. Recuperada el 10 de mayo del 2019, de: <http://www.fao.org/docrep/014/am665s/am665s00.pdf>
- Pulido, G., & Tapia, P. (2007). *Descripción anatómica de la madera de cuarenta especies del bosque alto-andino en Guasca, Cundinamarca*. Colombia Forestal, 10(20), pp.180-206.
- Richter, G., & Dallwitz, M. (2000) Onwards. *Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish*. Version: 9th April 2019.
- Rodríguez, R. (1996). *Manual de identificación de especies forestales de la sub-Región Andina INIA*. (2ª. ed.). Perú.
- Sandoval. E. (2005). *Técnicas aplicadas al estudio de la anatomía vegetal*. Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 16 de mayo del 2019, de: https://books.google.com.ec/books?id=5aD01sQ9v3wC&pg=PA105&lpg=PA105&dq=TINCIONES+PARA+MADERA&source=bl&ots=P9IVT0mpLk&sig=vYLUMxtz1KZo298KN8vfkL9sGC8&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj_5Ck4ZreAhXPx1kKHTA-D10Q6AEwCXoECAoQAQ#v=onepage&q=TINCIONES%20PARA%20MADERA&f=false
- Servicio Meteorológico e Hidrológico Nacional del Ecuador. (2017). *Análisis de las condiciones climáticas registradas en el Ecuador continental en el año 2017 y su impacto en el sector agrícola*. Quito: Estudios e Investigaciones Meteorológicas.

- Silva, J. (2006). *Fichas técnicas sobre características de la madera*. Colonia San Juan de Ocotán: Tomo I.
- Tuset & Duran. (1979). *Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización*. Editorial agropecuaria hemisferio sur S.R.L Montevideo-Uruguay. p. 688
- Valderrama, H. (1986). *Artículos sobre anatomía de la madera*. UNAP. Facultad de Ingeniería Forestal. Departamento de Industria. Iquitos – Perú.
- Valderrama, H. (1993). *Características Tecnológicas y uso Industrial de Nuevas especies forestales de la Amazonía Peruana*. Rv. Folia Amazónica. V: 5. N.º S-2; P. 73-93.
- Vásquez, M., & Ramírez, M. (2011). *Curso de anatomía e identificación de maderas*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Young, D. (2000). *Effect of drugs on Clinical Lab. Test*, (5ª. ed.). Recuperado el 27 de mayo de 2019, de: <http://www.cromakit.es/pdfs/inserts/998989.pdf>

XI. ANEXOS

Anexo 1. Tabla resumen de poros de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel).

REPETICIÓN	TINCIÓN	TOTAL POROS	POROS		
			SOLITARIO	MULTIPLE 2	MULTIPLE 3
1	SAFRANINA	134	65	19	9
	AZUL N°1	113	66	16	5
	VERDE	93	67	10	2
2	MALAQUITA				
	SAFRANINA	93	53	14	4
	AZUL N°1	204	87	33	14
3	VERDE	100	47	19	5
	MALAQUITA				
	SAFRANINA	130	66	20	8
4	AZUL N°1	149	83	20	8
	VERDE	112	50	21	6
	MALAQUITA				
4	SAFRANINA	101	46	23	3
	AZUL N°1	111	57	16	7
	VERDE	118	56	31	0
	MALAQUITA				

Anexo 2. Total de poros, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N° TOTAL POROS	12	0,00	25,80	0,93	0,5578

Anexo 3. Poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS-SOLITARIOS	12	0,00	10,07	0,90	0,2741

Anexo 4. Poros múltiples de 2, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS-MULTIPLES2	12	0,00	6,46	0,92	0,4766

Anexo 5. Poros múltiples de 3, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham. (Laurel).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS-MULTIPLES3	12	0,00	2,92	0,90	0,2729

Anexo 6. Tabla resumen de poros de *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).

REPETICIÓN	TINCIÓN	TOTAL POROS	POROS				
			SOLITARIO	MUL 2	MUL 3	MUL 4	MUL 5
1	SAFRANINA	38	14	6	4	0	0
	AZUL N°1	35	13	6	2	1	0
	VERDE M.	39	8	8	5	0	0
2	SAFRANINA	44	23	6	3	0	0
	AZUL N°1	36	18	4	2	1	0
	VERDE M.	39	16	10	1	0	0
3	SAFRANINA	35	20	5	0	0	1
	AZUL N°1	33	15	4	0	0	2
	VERDE M.	49	13	9	3	1	1
4	SAFRANINA	36	16	0	1	4	0
	AZUL N°1	35	10	4	4	0	1
	VERDE M.	34	11	4	7	0	0

Anexo 7. Total de poros, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N° TOTAL PORO	12	0,00	3,96	0,92	0,4459

Anexo 8. Poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS-SOLITARIOS	12	0,00	3,26	0,88	0,1484

Anexo 9. Poros múltiples de 2, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS-MULTIPLOS2	12	0,00	2,10	0,83	0,0323

Anexo 10. Poros múltiples de 2, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks con datos transformados a logaritmo natural de *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LN POROS-MULTIPLOS2	11	0,00	0,26	0,89	0,2294

Anexo 11. Poros múltiples de 3, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake. (Pachaco).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS-MULTIPLOS3	12	0,00	1,86	0,94	0,6772

Anexo 12. Tabal de resumen de poros de *Tectona grandis* (L)

REPETICIÓN	TINCIÓN	TOTAL POROS	POROS		
			SOLITARIO	MÚLTIPLE 2	MÚLTIPLE 3
1	SAFRANINA	87	56	14	1
	AZUL N°1	70	41	13	1
	VERDE MALAQUITA	99	57	21	0
2	SAFRANINA	79	51	14	0
	AZUL N°1	78	59	8	1
	VERDE MALAQUITA	79	46	15	1
3	SAFRANINA	90	51	15	3
	AZUL N°1	72	51	9	1
	VERDE MALAQUITA	72	48	9	2
4	SAFRANINA	137	60	31	5
	AZUL N°1	80	53	12	1
	VERDE MALAQUITA	75	49	10	2

Anexo 13. Total de poros, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de *Tectona grandis* (L).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO N° TOTAL PORO	12	0,00	15,31	0,87	0,1179

Anexo 14. Poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de *Tectona grandis* (L).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS-SOLITARIOS	12	0,00	5,18	0,95	0,7817

Anexo 15. Poros múltiples de 2, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de *Tectona grandis* (L).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS-MÚLTIPLES2	12	0,00	5,37	0,83	0,0291

Anexo 16. Poros múltiples de 2, prueba de normalidad con datos transformados a raíz cuadrada de Shapiro-Wilks de *Tectona grandis* (L)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO RAIZ POROS-MULTIPLES2..	12	0,00	0,63	0,85	0,0582

Anexo 17. Poros múltiples de 3, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de *Tectona grandis* (L).

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS-MULTIPLOS3	12	0,00	2,10	0,83	0,0323

Anexo 18. Poros múltiples de 3, prueba de normalidad con datos transformados a logaritmo natural de Shapiro-Wilks de *Tectona grandis* (L)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO POROS-MULTIPLES3	12	0,00	1,26	0,95	0,7071

Anexo 19. Tabla de resumen del perímetro de poros solitarios y múltiples de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.

REPETICIÓN	TINCIÓN	PERÍMETRO	
		SOLITARIO	MÚLTIPLE
1	SAFRANINA	403,7	378,84
	AZUL Nº1	357,70	322,93
	VERDE MALAQUITA	383,53	351,96
2	SAFRANINA	459,64	423,04
	AZUL Nº1	320,15	293,77
	VERDE MALAQUITA	373,71	347,11
3	SAFRANINA	396,97	385,11
	AZUL Nº1	460,09	445,83
	VERDE MALAQUITA	355,51	341,35
4	SAFRANINA	431,56	409,13
	AZUL Nº1	485,58	458,03
	VERDE MALAQUITA	362,51	341,35

Anexo 20. Perímetro de poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO P. SOLITARIO	12	0,00	44,60	0,99	0,9955

Anexo 21. Perímetro de poros múltiples, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Cham.

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO P. MULTIPLE	12	0,00	45,20	0,95	0,7584

Anexo 22. Tabla de resumen del perímetro de poros solitarios y múltiples de *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake

REPETICIÓN	TINCIÓN	PERÍMETRO	
		SOLITARIO	MÚLTIPLE
1	SAFRANINA	755,94	557,05
	AZUL N°1	866,68	717,56
	VERDE MALAQUITA	830,21	630,78
2	SAFRANINA	745,94	636,35
	AZUL N°1	767,39	556,37
	VERDE MALAQUITA	778,82	584,59
3	SAFRANINA	827,75	658,68
	AZUL N°1	881,74	592,07
	VERDE MALAQUITA	753,12	608,03
4	SAFRANINA	853,34	543,05
	AZUL N°1	786,77	514,45
	VERDE MALAQUITA	785,53	598,52

Anexo 23. Perímetro de poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO P. SOLITARIO	12	0,00	43,93	0,84	0,0531

Anexo 24. Perímetro de poros múltiples, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de *Schizolobium parahybum* (Vell.) D. F. Blake

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO P. MULTIPLE	12	0,00	55,59	0,96	0,8495

Anexo 25. Tabla de resumen del perímetro de poros solitarios y múltiples de *Tectona grandis* L.

REPETICIÓN	TINCIÓN	PERÍMETRO	
		SOLITARIO	MÚLTIPLE
1	SAFRANINA	432,8	452,25
	AZUL Nº1	419,78	399,95
	VERDE MALAQUITA	400,34	405,7
2	SAFRANINA	390,81	396,3
	AZUL Nº1	390,24	343,51
	VERDE MALAQUITA	379,47	387,27
3	SAFRANINA	400,9	359,15
	AZUL Nº1	362,52	339,25
	VERDE MALAQUITA	361,83	349,51
4	SAFRANINA	328,19	372,85
	AZUL Nº1	410,67	387,64
	VERDE MALAQUITA	414,46	459,94

Anexo 26. Perímetro de poros solitarios, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de *Tectona grandis* L

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO P. SOLITARIO	12	0,00	29,08	0,96	0,8423

Anexo 27. Perímetro de poros múltiples, prueba de normalidad de Shapiro-Wilks de *Tectona grandis* L

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO P. MULTIPLE	12	0,00	35,96	0,91	0,3807

Anexo 28. Tabla de resumen del número total de poros entre especies

ESPECIES	TINTES	Nº TOTAL PORO
LAUREL	1	134
LAUREL	1	93
LAUREL	1	130
LAUREL	1	101
LAUREL	2	113
LAUREL	2	204

LAUREL	2	149
LAUREL	2	111
LAUREL	3	93
LAUREL	3	100
LAUREL	3	112
LAUREL	3	118
PACHACO	1	38
PACHACO	1	44
PACHACO	1	35
PACHACO	1	36
PACHACO	2	35
PACHACO	2	36
PACHACO	2	33
PACHACO	2	35
PACHACO	3	39
PACHACO	3	39
PACHACO	3	49
PACHACO	3	34
TECA	1	87
TECA	1	79
TECA	1	90
TECA	1	137
TECA	2	70
TECA	2	78
TECA	2	72
TECA	2	80
TECA	3	99
TECA	3	79
TECA	3	72
TECA	3	75

Anexo 29. Número total de poros entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO N° TOTAL PORO	Normal(0,1)	0,00	399,49	36	0,56	<0,0001

Anexo 30. Número total de poros entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov transformados los datos a logaritmo natural.

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO LN N° TOTAL PORO	Normal(0,1)	0,00	0,03	36	0,39	<0,0001

Anexo 31. Tabla de resumen de poros solitarios entre especies

ESPECIE	TINTE	POROS-SOLITARIOS
LAUREL	1	65
LAUREL	1	53
LAUREL	1	66
LAUREL	1	46
LAUREL	2	66
LAUREL	2	87
LAUREL	2	83
LAUREL	2	57
LAUREL	3	67
LAUREL	3	47
LAUREL	3	50
LAUREL	3	56
PACHACO	1	14
PACHACO	1	23
PACHACO	1	20
PACHACO	1	16
PACHACO	2	13
PACHACO	2	18
PACHACO	2	15
PACHACO	2	10
PACHACO	3	8
PACHACO	3	16
PACHACO	3	13
PACHACO	3	11
TECA	1	56
TECA	1	51
TECA	1	51
TECA	1	60
TECA	2	41
TECA	2	59

TECA	2	51
TECA	2	53
TECA	3	57
TECA	3	46
TECA	3	48
TECA	3	49

Anexo 32. Poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov

<u>Variable</u>	<u>Ajuste</u>	<u>media</u>	<u>varianza</u>	<u>n</u>	<u>Estadistico D</u>	<u>p-valor</u>
<u>RDUO POROS-SOLITARIOS</u>	<u>Normal(0,1)</u>	<u>0,00</u>	<u>60,85</u>	<u>36</u>	<u>0,38</u>	<u>0,0001</u>

Anexo 33. Poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov transformados los datos a logaritmo natural.

<u>Variable</u>	<u>Ajuste</u>	<u>mediavarianza</u>	<u>n</u>	<u>Estadistico D</u>	<u>p-valor</u>
<u>RDUO LN_POROS-SOLITARIOS</u>	<u>Normal(0,1)</u>	<u>0,00</u>	<u>0,04</u>	<u>36</u>	<u>0,35 0,0004</u>

Anexo 34. Tabla de resumen de poros múltiples entre especies

ESPECIE	TINTE	POROS-MÚLTIPLES
LAUREL	1	28
LAUREL	1	18
LAUREL	1	28
LAUREL	1	26
LAUREL	2	21
LAUREL	2	47
LAUREL	2	28
LAUREL	2	23
LAUREL	3	12
LAUREL	3	24
LAUREL	3	27
LAUREL	3	31
PACHACO	1	10
PACHACO	1	9
PACHACO	1	5
PACHACO	1	5
PACHACO	2	9

PACHACO	2	7
PACHACO	2	4
PACHACO	2	8
PACHACO	3	13
PACHACO	3	11
PACHACO	3	13
PACHACO	3	11
TECA	1	15
TECA	1	14
TECA	1	18
TECA	1	36
TECA	2	14
TECA	2	9
TECA	2	10
TECA	2	13
TECA	3	21
TECA	3	16
TECA	3	11
TECA	3	12

Anexo 35. Poros múltiples entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO POROS-SOLITARIOS	Normal(0,1)	0,00	41,04	36	0,36	0,0001

Anexo 36. Poros múltiples entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov transformados los datos a logaritmo natural.

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO LN POROS-SOLITARIOS	Normal(0,1)	0,00	0,12	36	0,30	0,0034

Anexo 37. Tabla de resumen del perímetro poros solitarios entre especies

ESPECIES	TINTES	P. SOLITARIO
LAUREL	1	403,7
LAUREL	1	459,64
LAUREL	1	396,97
LAUREL	1	431,56

LAUREL	2	357,70
LAUREL	2	320,15
LAUREL	2	460,09
LAUREL	2	485,58
LAUREL	3	383,53
LAUREL	3	373,71
LAUREL	3	355,51
LAUREL	3	362,51
PACHACO	1	755,94
PACHACO	1	745,94
PACHACO	1	827,75
PACHACO	1	853,34
PACHACO	2	866,68
PACHACO	2	767,39
PACHACO	2	881,74
PACHACO	2	786,77
PACHACO	3	830,21
PACHACO	3	778,82
PACHACO	3	753,12
PACHACO	3	785,53
TECA	1	432,8
TECA	1	390,81
TECA	1	400,9
TECA	1	328,19
TECA	2	419,78
TECA	2	390,24
TECA	2	362,52
TECA	2	410,67
TECA	3	400,34
TECA	3	379,47
TECA	3	361,83
TECA	3	414,46

Anexo 38. Perímetro de poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO LN_P. SOLITARIO	Normal(0,1)	0,00	0,01	36	0,43	<0,0001

Anexo 39. Perímetro de poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov transformados los datos a logaritmo natural.

Variable	Ajuste	media	varianza	n	Estadístico D	p-valor
RDUO LN_P. SOLITARIO	Normal(0,1)	0,00	0,01	36	0,43	<0,0001

Anexo 40. Tabla de resumen del perímetro poros múltiples entre especies

ESPECIE	TINTES	P. MULTIPLE
LAUREL	1	378,84
LAUREL	1	423,04
LAUREL	1	385,11
LAUREL	1	409,13
LAUREL	2	322,93
LAUREL	2	293,77
LAUREL	2	445,83
LAUREL	2	458,03
LAUREL	3	351,96
LAUREL	3	347,11
LAUREL	3	341,35
LAUREL	3	341,35
PACHACO	1	557,05
PACHACO	1	636,35
PACHACO	1	658,68
PACHACO	1	543,05
PACHACO	2	717,56
PACHACO	2	556,37
PACHACO	2	592,07
PACHACO	2	514,45
PACHACO	3	630,78
PACHACO	3	584,59
PACHACO	3	608,03
PACHACO	3	598,52

TECA	1	452,25
TECA	1	396,3
TECA	1	359,15
TECA	1	372,85
TECA	2	399,95
TECA	2	343,51
TECA	2	339,25
TECA	2	387,64
TECA	3	405,7
TECA	3	387,27
TECA	3	349,51
TECA	3	459,94

Anexo 41. Perímetro de poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov

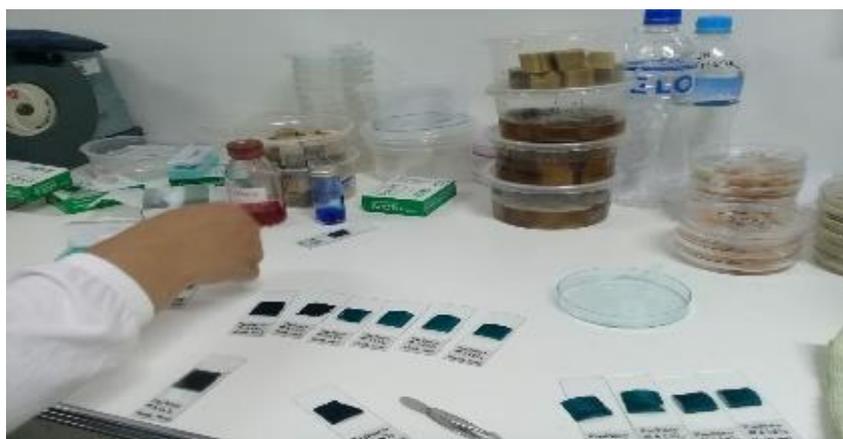
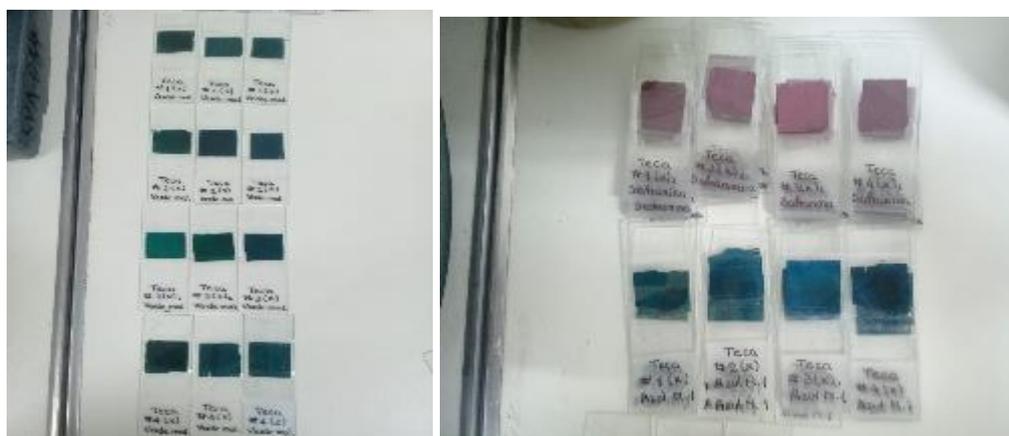
<u>Variable</u>	<u>Ajuste</u>	<u>media</u>	<u>varianza</u>	<u>n</u>	<u>Estadístico D</u>	<u>p-valor</u>
P. MULTIPLE	Normal(0,1)	454,15	13204,16	36	1,00	<0,0001

Anexo 42. Perímetro de poros solitarios entre especies, prueba ajustes de Kolmogorov transformados los datos a logaritmo natural.

<u>Variable</u>	<u>Ajuste</u>	<u>media</u>	<u>varianza</u>	<u>n</u>	<u>Estadístico D</u>	<u>p-valor</u>
RDUO LN P. MULTIPLE	Normal(0,1)	0,00	0,01	36	0,42	<0,0001

Anexo 43. Dimensiones de los cubos de 2cm²**Anexo 44.** Ubicación de los cubos con sus respectivas etiquetas**Anexo 45.** Ablandamiento de las muestras en autoclave

Anexo 46. Corte de las muestras en el microtomo**Anexo 47.** Láminas de los cortes realizados**Anexo 48.** Tinciones utilizadas

Anexo 49. Tinturado de las láminas de la madera**Anexo 50.** Placas con las muestras tinturadas**Anexo 51.** Observación y registro de las muestras

Anexo 52. Tabla de Munsell



Anexo 53. Identificación del color mediante la tabla de Munsell



Anexo 54. Dimensión para la colección de madera de 30 cm. a. *Cordia alliodora* (Laurel) b. *Schizolobium parahybum* (Pachaco) c. *Tectona grandis* (Teca)



Anexo 55. Identificación de las especies en estudio**Anexo 56.** Identificación de *Cordia alliodora* (Laurel)**Anexo 57.** Identificación de *Schizolobium parahybum* (Pachaco)

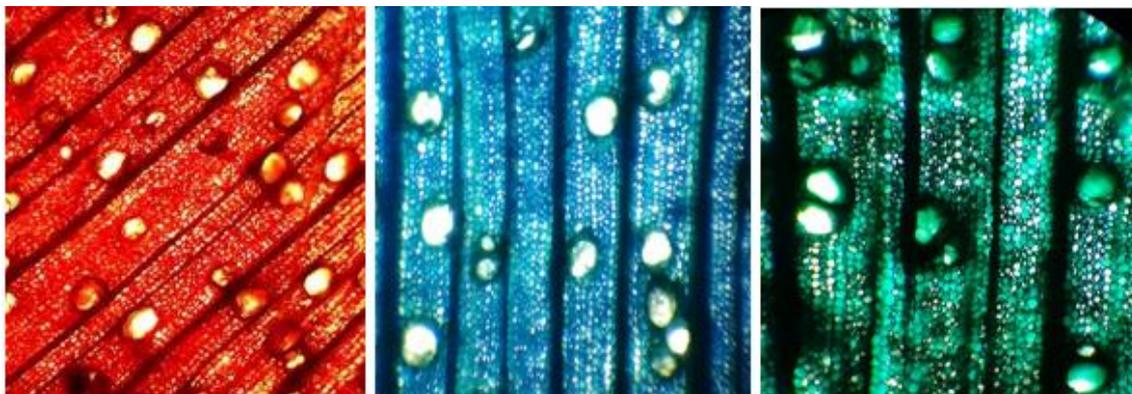
Anexo 58. Identificación de *Tectona grandis* (Teca)**Anexo 59.** Colocación de las muestras en un recipiente con agua para el cálculo de densidad**Anexo 60.** Peso de las muestras en la balanza analítica

Anexo 61. Corte transversal de *Cordia Alliodora* (Laurel), lente 4x

Safranina

Azul N°1

Verde malaquita

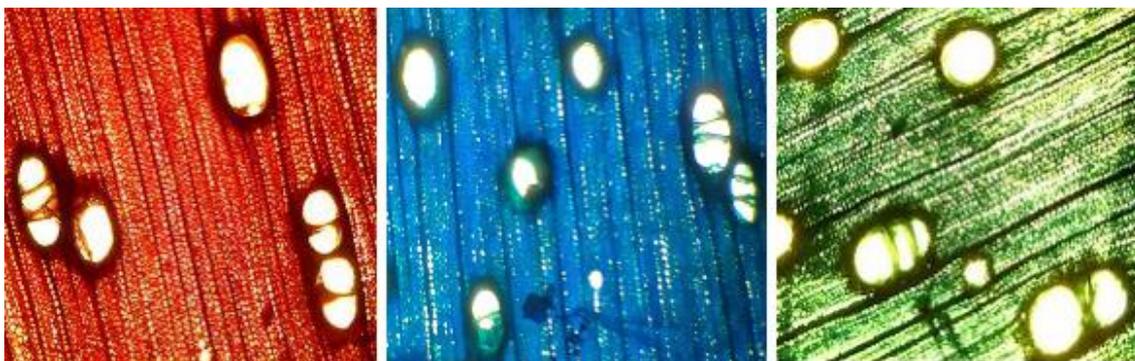


Anexo 62. Corte transversal de *Schizolobium parahybum* (Pachaco), lente 4x

Safranina

Azul N°1

Verde malaquita

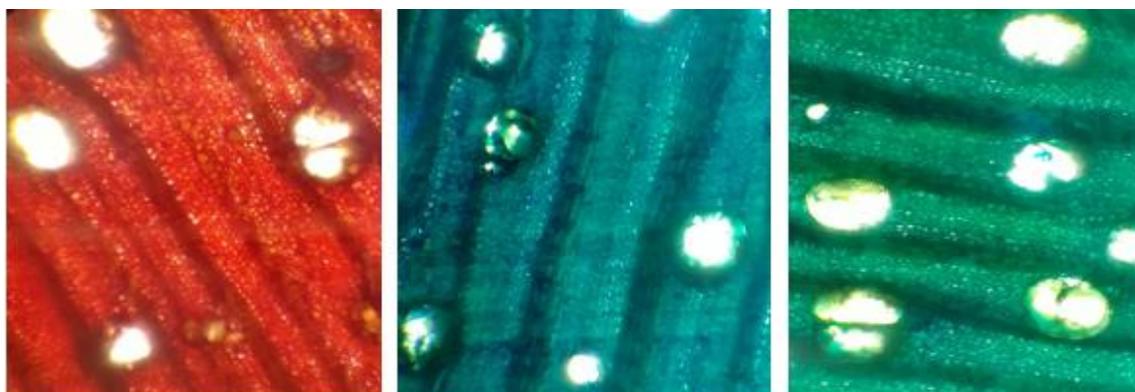


Anexo 63. Corte transversal de *Tectona grandis* (Teca), lente 4x

Safranina

Azul N°1

Verde malaquita



Anexo 64. Permiso de investigación

MINISTERIO DEL AMBIENTE



Oficio Nro. MAE-DPACH-2018-1494-O

Riobamba, 08 de agosto de 2018

Asunto: RESPUESTA: Investigación Manual dendrológico y anatómico de especies de interés comercial en dos bosques de Cumandá, Chimborazo, Ecuador.

Señor Ingeniero
 Jorge Marcelo Caranqui Aldaz
Investigador Herbario Espoch
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
 En su Despacho

De mi consideración:

En respuesta al Documento No. 08.CHEP.2018, donde solicita la emisión del Permiso de investigación del proyecto denominado: "Manual dendrológico y anatómico de especies de interés comercial en dos bosques de Cumandá, Chimborazo, Ecuador".

Me permito informar que una vez que ha entregado lo solicitado en el Oficio MAE-DPACH-2018-0319-O y ha cumplido con el pago establecido en el TULSMA, solicitado mediante Oficio Nro. MAE-DPACH-2018-0576-O, se elaboró la Autorización de Investigación científica, Nro. 015-IC-DPACH-MAE-2018, con el tema: "Manual dendrológico y anatómico de especies de interés comercial en dos bosques de Cumandá, Chimborazo, Ecuador" la misma que adjunto para su lectura y conocimiento de las obligaciones que adquiere usted y su equipo de trabajo con el MAE, en calidad de Investigadores.

Se le recomienda tomar en cuenta las fechas de vigencia de la autorización y entrega del Informe final, como de los productos de la investigación.

Para coordinar las salidas de campo al Bosque Análogo "Don Ramón", el mismo que posee convenio con esta cartera de estado para realizar investigación en el mismo. Se le solicita coordinar con la Unidad de Patrimonio Natural, con el Ing. Paúl Castelo (paul.castelo@ambiente.gob.ec) y con el Ing. Mario Cuvi (mario.cuvi@ambiente.gob.ec).

Cabe recalcar que su solicitud fue atendida en base a la disposición transitoria 1era del Código Orgánico Ambiental, la misma que dispone: "Los procedimientos administrativos y demás trámites de regularización que a la vigencia de este Código se hayan iniciado o se encuentren en proceso, deberán cumplir y concluir de conformidad con las leyes y normas aplicables vigentes a la fecha de inicio del trámite".

Con sentimientos de distinguida consideración.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Ing. Marcelo Patricio Pino Cáceres
DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE DE CHIMBORAZO, ENCARGADO

Referencias:
 - MAE-DPACH-2018-0380-E

Ministerio del Ambiente
 DIRECCIÓN PROVINCIAL
 AMBIENTE DE CHIMBORAZO

MINISTERIO DEL AMBIENTE



Oficio Nro. MAE-DPACH-2018-1494-O

Riobamba, 08 de agosto de 2018

Anexos:
- img1780808489001519656663.pdf
- nro_015-ic-dpach-mae-2018.pdf

Copia:
Señorita Doctora
María Dolores Astudillo Vallejo
Guardaparque del Parque Nacional Sangay - Vida Silvestre

Señor Ingeniero
Alberto Paúl Castelo Castelo
Responsable de la Unidad de Patrimonio Natural

Ingeniero
Eduardo Patricio Salazar Castañeda

ma/ac



firmado electrónicamente por:
MARCELO
PATRICIO PINO
CACERES

Anexo 65. Certificado otorgado por el Herbario de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo



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

Ofc.No.017.CHEP.2019

Riobamba, 18 de febrero del 2019

Ing. Marcelo Pino C.

DIRECTOR PROVINCIAL DE CHIMBORAZO "MAE"

De mis consideracion:

Reciba un atento y cordial saludo, por medio de la presente Certifico que las Señorita Ana Lizbeth Cauja Robles, entregó 3 muestras botánicas fértiles (listado), identificadas, comparando con muestras de la colección y verificación de nombres en el catálogo de plantas Vasculares del Ecuador; según autorización de Investigación Nro.015-IC-DPACH-MAE-2018. Todas las muestras fértiles en un tiempo no determinado serán ingresadas a la colección del herbario y las infértiles serán archivadas por el lapso de un año.

FABACEAE	Schizolobium	<i>Schizolobium parahybum</i> (Vell.) S.F. Blake	Fertil
BORAGINACEAE	Cordia	<i>Cordia alliodora</i> (Ruíz & Pav.) Cham.	Fertil
LAMIACEAE	Tectona	<i>Tectona grandis</i> L.	Fertil

Me despido, atentamente


 Ing. Jorge Caranqui
 BOTÁNICO
 HERBARIO ESPOCH