



Caracterización macroscópica y microscópica de cuatro especies forestales de la amazonia del sur de Ecuador

Macroscopic and microscopic characterization of four forest species from the southern Amazon of Ecuador

Caracterização macroscópica e microscópica de quatro espécies florestais do sul da Amazônia equatoriana

Carlos Francisco Carpio-Coba ^I
ccarpio@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-7361-7664>

Eduardo Patricio Salazar-Castañeda ^{III}
eduardo.salazar@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-7737-5415>

Vilma Fernanda Noboa-Silva ^{II}
vilma.noboa@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3164-7304>
Estrella Rocío Lema-Saigua ^{IV}
estrellalema99@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-5655-6564>

Correspondencia: ccarpio@esPOCH.edu.ec

Ciencias técnicas y aplicadas
Artículos de investigación

***Recibido:** 19 de junio de 2021 ***Aceptado:** 15 de julio de 2021 * **Publicado:** 10 de agosto de 2021

- I. Magister en Ciencias Agropecuarias, Ingeniero en Ciencias Agropecuarias, Licenciado en Ciencias Biológicas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- II. Magíster en Desarrollo local y comunitario, Ingeniera Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Magister en Manejo y aprovechamiento Forestal, Ingeniero Forestal, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- IV. Ingeniera Forestal, Investigadora INFORGIS, Riobamba, Ecuador.

Resumen

En esta investigación se identificaron características macroscópicas y microscópicas de *Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* y *Clarisia racemosa* a partir de muestras del Parque Botánico Regional Sucúa, ubicado en Morona Santiago. Los ensayos se los realizó en la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH. Para la descripción de las características macroscópicas de las maderas, se obtuvieron probetas de madera de 2x5x15 cm, que se utilizaron para determinar características como color de la albura y duramen, textura, lustre, vetado, grano, sabor, olor y densidad. Para el análisis de las características microscópicas de las maderas se obtuvieron cubos 2x2x2 cm, a los que se añadió tinciones como safranina al 2,5%, verde brillante al 5 %, verde malaquita al 5% y azul brillante al 2,5 %. Una vez montadas las placas con un microscopio se realizó la descripción de la morfología, y se observó el número y tamaño de los poros. Determinando que las especies son distintas en cuanto a características macroscópicas tanto en color de la albura, color del duramen, textura, grano, vetado, brillo, olor y sabor en estado fresco; en cuanto a las características microscópicas las especies son análogas al número de poros/mm², pero distintas en el tamaño de sus poros.

Palabras clave: Caracterización anatómica; parénquima; poros; radios; tintes.

Abstract

In this research it was identify macroscopic and microscopic characteristics of *Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* and *Clarisia racemosa* from samples from the Sucúa Regional Botanical Park, located in Morona Santiago. It is important to mention that the tests were carried out in the Faculty of Natural Resources of the ESPOCH. For the description of the macroscopic characteristics of the wood, samples of wood of 2x5x15 cm long were obtained, which were used for the determination of characteristics such as sapwood and heartwood color, texture, luster, veining, grain, flavor, smell and density. For the analysis of the microscopic characteristics of the woods, 2x2x2 cm cubes were obtained, to which were added stains such as 2.5% safranin, 5% bright green, 5% malachite green and 2.5% bright blue. Once the plates were mounted with a microscope, the description of the morphology was made, and the number and size of the pores were observed. Determining that the species are different in terms of macroscopic characteristics both in color of the sapwood, color of heartwood, texture, grain, veining, brightness,

smell and taste in the fresh state; As for the microscopic characteristics, the species are analogous in terms of the number of pores / mm², but different in the size of their pores.

Keywords: Anatomical characterization; parenchyma; pores; radius; dyes.

Resumo

Abstrato Nesta investigação, foram identificadas características macroscópicas e microscópicas de *Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* e *Clarisia racemosa* a partir de amostras do Parque Botânico Regional de Sucúa, localizado em Morona Santiago. Os ensaios foram realizados na Faculdade de Recursos Naturais da ESPOCH. Para a descrição das características macroscópicas da madeira, foram obtidas amostras de madeira de 2x5x15 cm e utilizadas para determinar características tais como a cor do alburno e do cerne, a textura, o brilho, o grão, o sabor, o odor e a densidade. Para a análise das características microscópicas das madeiras, foram obtidos cubos de 2x2x2 cm, aos quais foram adicionados corantes como safranina 2,5%, verde brilhante 5%, verde malaquita 5% e azul brilhante 2,5%. Uma vez as placas montadas sob um microscópio, a morfologia foi descrita, e o número e tamanho dos poros foram observados. Foi determinado que as espécies são diferentes em termos de características macroscópicas em termos de cor do alburno, cor do cerne, textura, grão, grão, veios, brilho, odor e sabor quando frescas; em termos de características microscópicas, as espécies são semelhantes em termos de número de poros/mm², mas diferentes em termos de tamanho dos poros.

Palavras-chave: Caracterização anatômica; parênquima; poros; raios; corantes.

Introducción

La información obtenida de una caracterización dendrológica y anatómica de especies forestales juega un papel muy importante como una herramienta fundamental para el conocimiento y diferenciación de los materiales leñosos en distintas especies arbóreas y tiene aplicación en el campo ecológico, educativo e industrial. A nivel industrial el Ministerio del Ambiente Ecuatoriano (MAE) supervisa las etapas primarias de producción, tenencia, aprovechamiento y comercialización de materias primas forestales (MAE, 2014).

En el Ecuador actualmente no se cuenta con una información dendrológica y anatómica detallada de muchas especies forestales, sea por falta de interés o equipamiento de laboratorios especializados, por ello no se le otorga una importancia comercial ni ecológica a las maderas sean

estas condicionadas o no, siendo el caso de *Maclura tinctoria* y *Clarisia racemosa* que son especies condicionadas (Corporación de Estudios y Publicaciones, 2017). El conocimiento de la anatomía de la madera puede ayudar a solucionar frecuentes problemas en la industria, por ejemplo, cuando se pierde la identificación exacta de las trozas se alega fraude en envíos de madera en los cuales pueden ir especies distintas a las solicitadas o cuando ya está elaborado el mueble y se alega que no es fabricado con la madera promocionada (Acosta, 1967).

A nivel mundial el deterioro que presentan actualmente las áreas boscosas como consecuencia de acciones antrópicas y la explotación excesiva de madera de diferentes especies ha traído como resultado la desaparición de las más valiosas, generando presión sobre otras especies que antes no se consideraban importantes; que a su vez constituyen materia prima del proceso industrial primario y secundario (Lozano y Pineda, 2015). Para revertir esta situación es necesario buscar la utilización práctica de estas especies amenazadas y para esto es necesario conocer características anatómicas que nos guíen en cuanto al aprovechamiento que estas puedan tener por lo que es necesario conocer las características macroscópicas y microscópicas de *Trophis caucana*, *Maclura tinctoria*, *Rollinia dolichopetala* y *Clarisia racemosa*.

Materiales y métodos

Análisis de las características macroscópicas

Dimensión de las muestras.

En la observación de características macroscópicas, según la norma COPANT 458 (como se citó en Salvador, 2010) en el que señala que el tamaño de la muestra dependerá del grado de precisión que se desee lograr en los diferentes ensayos, para lo cual se obtuvo probetas con dimensiones de 2 cm de espesor x 5 cm de ancho x 15 cm de largo (COPANT 458, 1972), para *Trophis caucana* se contó con una muestra de rama de diámetro aproximado de 7 cm para *Maclura tinctoria*, *Clarisia racemosa* y *Rollinia dolichopetala* se contó con muestras de tronco de diámetros aproximados entre 10 y 12 cm, por el cual se obtuvo entre una a tres probetas; para el análisis de las características microscópicas, del resto de las muestras, luego de haber obtenido las probetas se cortó en cubos de 2x2x2 cm (COPANT 458, 1972).

Observación de características macroscópicas

Para describir características macroscópicas como el color de la albura y color del duramen se utilizó la tabla de Munsell; para brillo o lustre se las catalogó como alto, medio o bajo; para la textura se las catalogó como fina, media o gruesa; en cuanto al veteado se las catalogó como arcos superpuestos, jaspeados satinados o en bandas paralelas; mientas para el olor se las catalogó al olfato como aromático, agradable, dulce, fragante, astringente y finalmente el sabor se las catalogó como dulce, agradable o desagradable, picante, agrio, amargo.

Análisis de las características microscópicas

Se realizó el proceso de ablandamiento de los trozos cúbicos introduciendo las maderas en envases de vidrio con agua destilada y sellados con papel aluminio, en el interior de un autoclave (Caprones, Japón) a una presión de 1,2 Kg/cm² ó 11,61 atm, a una temperatura 121°C por ciclos con periodos de una hora (maderas más blandas) a tres horas (maderas de mayor grado de dureza). Posteriormente mediante cortes con el micrótopo rotatorio (Spencer 820, Alemania) a 0,3 micras se obtuvieron láminas de las secciones transversal, tangencial y radial; posteriormente se depositaron las láminas obtenidas en las cajas Petri con sus etiquetas correspondientes. Para mejorar las observaciones microscópicas se prepararon soluciones para cada especie: safranina al 2,5% (Trophis, Clarisia, Maclura y Rollinia); verde brillante al 5 % (Trophis); verde malaquita al 5% (Rollinia) y azul brillante al 2,5 % (Maclura). Posteriormente se realizó una inmersión de las láminas: por 5 min para safranina y azul brillante y de tres segundos para verde brillante y verde malaquita. Una vez preparadas las láminas se las ubicó en portaobjetos con ayuda de la pinza de metal con sus respectivos cubre objetos, las placas fueron selladas con cinta adhesiva. Finalmente se observó en el microscopio (Quilmes motic, China), las secciones radiales y tangenciales con los aumentos 10x y 40x, y en la sección transversal con el aumento de 10x, se tomaron fotografías de las imágenes observadas con la cámara Am Scope (United Scope, EEUU) incorporada al software TopView 3,7 (tamaño de pixel 3,2 x 3,2 μm) instalada en el microscopio.

Análisis de poros

Para la medición de los poros, se procedió a tomar medidas de los diámetros y longitudes de los poros de las placas previamente preparadas en un área de 400 mm², con un lente ocular

micrométrico instalado en el microscopio, así dependiendo de la morfología o forma del poro lo clasificamos de la siguiente manera:

Poros solitarios: diámetros (circulares) o largos y anchos (elípticos, ovalados)

Poros múltiples de dos y tres poros: largos y anchos (elípticos, ovalados)

Poros múltiples racemiformes: largo y ancho de cada poro presente.

La morfología o forma de los poros fueron designadas de manera subjetiva relacionándolas en base a las formas geométricas más comunes para una mejor orientación y comprensión de los resultados. Se tomó las respectivas fotografías con la cámara Am Scope incorporada al software TopView 3,7 instalada en el microscopio.

Para describir las variables inter-específicas de cada especie, a los datos se los examinaron por medidas de resumen.

En cuanto a la nomenclatura de los caracteres microscópicos se describió de acuerdo con Baas et al., (1989). El valor con respecto a los poros se procedió a dar en número por milímetro cuadrado (mm^2); diámetros y las dimensiones de elementos constitutivos en micrómetros (μm). Abundancia de poros/ mm^2 : ≤ 5 = muy escasos; 5 a 20 = escasos; 20 a 40 = moderados; 40 a 100 = numerosos; ≥ 100 = muy numerosos. Diámetro de vasos (μm): ≤ 50 = muy pequeños; 50 a 100 = pequeños; 100 a 200 = medianos; \geq de 200 = muy grandes.

3. Determinación de la densidad

Se procedió a pesar individualmente en una balanza analítica (Mettler Toledo, Alemania) de 0,01 gramos de precisión, dos trozos cúbicos cortados a 2 cm de arista por cada especie, además se determinó un volumen de agua inicial 175 mL para cada calculo con la ayuda de una probeta introduciendo cada trozo cúbico en el volumen de agua inicial individualmente, una vez precipitados los trozos cúbicos en su volumen de agua inicial respectivo, se procedió a pesar nuevamente y a medir el volumen de agua restante. Producto de las sustracciones finales e iniciales respectivas de masas y volúmenes, se aplicó la fórmula de la densidad ($\delta = m/v$) (Chavé, 2006; Spavento et al., 2008).

Resultados

Descripción de las especies: *Trophis caucana*

Familia: Moraceae

Nombre común: Cauchillo, conocido en la provincia de Morona Santiago.

Características macroscópicas

La madera presenta una corteza lisa algo agrietada, verduzca y lenticelada; según la tabla de Munsell, el color de la albura en fresco fue marrón pálido 2,5 Y 8/2 y en seco fue muy marrón pálido 10 YR 7/3, el color del duramen en fresco fue blanquecino 2,5 Y 8/1 y en seco fue amarillento claro 10 Y 7/2, de brillo o lustre mediano, grano recto a inclinado, textura media, veteadado jaspeado, olor en seco fue ausente o no distintivo y en fresco fue aromático ligeramente a rosas, su sabor en seco fue ausente o no distintivo y en fresco fue levemente amargo; ciertas similitudes se encontró en la investigación realizada en *Trophis racemosa* por León (2012) puesto que principalmente pertenecen al mismo género (Fig. 1. a-d) La madera presentó una densidad muy liviana (Tabla 1).

Características microscópicas

Sección transversal

En las características que se aprecian en el plano o sección transversal con tinte verde brillante la morfología de sus poros son en una proporción de ovalados, circulares, elípticos, irregulares y ovalados irregulares, predominando los ovalados con un 28,64% (Tabla 2) en cuanto al tipo de agrupamiento de los poros, predominan los poros solitarios en forma lineal, es decir en dirección de los radios, seguidamente se observa poros múltiples de 2 y poros múltiples de 3 radiales; su porosidad es difusa y de radios no estratificados. De abundancia muy escasa de poros por mm² con diámetros pequeños (Tabla 3-4), frente a los resultados de León (2015) quien cataloga que la especie *Trophis racemosa* presenta poros con diámetros pequeños, posiblemente el tamaño de los poros varía dependiendo del tipo de especie y de vegetación del que procedan (Quintanar et al., 2009). El parénquima, siendo el más abundante el parénquima axial en bandas, en menos proporción paratraqueal vasicéntrico, seguido del parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente, uniéndose a otro poro (Fig. 1. e-j).

Sección tangencial

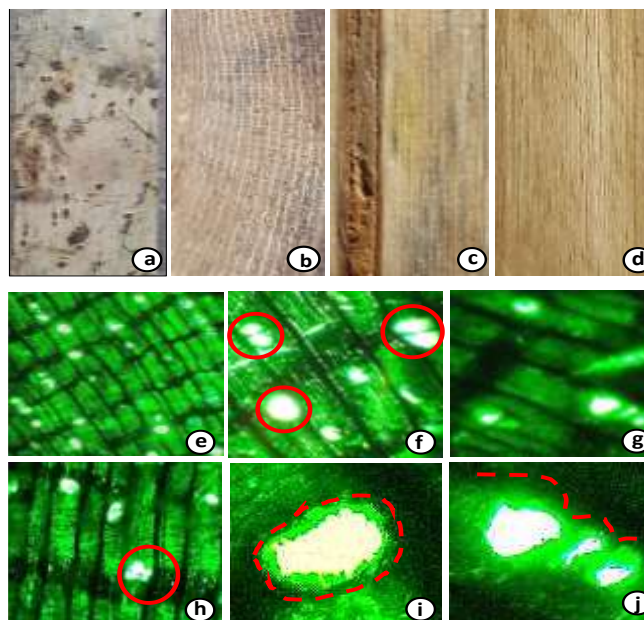
En el corte tangencial con tinte de safranina, se visualiza fibras rectas y septadas en estas últimas los septos consisten en una lámina media con pared primaria a cada lado, interrumpida por numerosos plasmodesmos lo cual les dan su apariencia, también se aprecia los radios con células

envolventes. En los elementos de los vasos las punteaduras son de tipo alternas, además parénquima radial uniseriado (Fig. 2. k-n).

Sección radial

Se visualiza el corte radial con safranina, radios uniseriados, multiseriados y con células envolventes además radios parenquimáticos y campos de cruzamiento (Fig. 2. o-r).

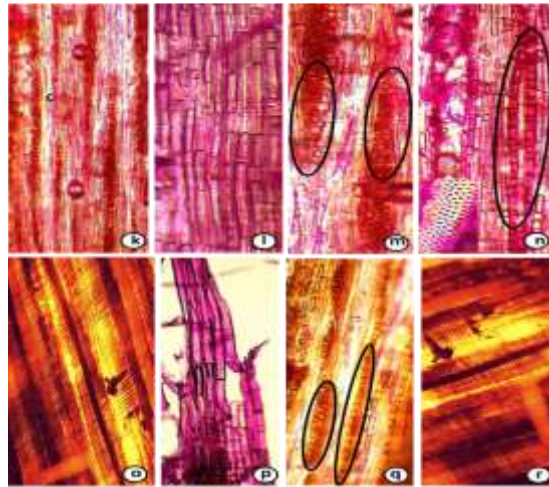
Figura 1. *Trophis caucana* (cauchillo).



a. Corteza. b. Corte transversal. c. Corte radial. d. Corte tangencial. e. Corte transversal con verde brillante (4x). f. Poros múltiples radiales de 2 ovalados y poro solitario circular irregular (10x). g. Poros múltiples radiales de 3 ovalados irregulares (10x). h. Parénquima apotraqueal en bandas. i. Parénquima paratraqueal vasicéntrico ovalados. j. Parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente ovalados irregulares.

Fuente: Autores, 2021

Figura 2: *Trophis caucana* (cauchillo).



k. Corte en la sección tangencial con safranina (10x). l. Fibras septadas en corte tangencial (10x). m. Radios de células envolventes. n. Radio uniseriado (10x); en miembro del vaso punteaduras intervasculares alternas (40x). o. Corte en la sección radial con safranina (10x). p. Fibras septadas corte radial (10x). q. Radios uniseriados, multiseriados y con células envolventes. r. Radios parenquimáticos y campos de cruzamiento.

Fuente: Autores, 2021

Clarisia racemosa

Familia: Moraceae

Nombre común: Pitiuca, conocido en la provincia de Morona Santiago.

Nombre quichua: Pitiuk

Características macroscópicas

El árbol presenta una corteza lisa de color grisáceo a verduzco, con diminutas lenticelas; según la tabla de Munsell, en cuanto a su madera el color de la albura en fresco y seco fueron marrón pálido 2,5Y 7/3, el color del duramen en fresco y seco fueron amarillento 2,5Y 7/8, su brillo o lustre de medio a alto, grano recto-entrecruzado, textura media, vetado en arcos superpuestos, olor en fresco fue astringente ligeramente a mentol y en seco fue ausente o no distintivo, su sabor en fresco fue ligeramente dulce a caña de maíz y en seco fue ausente o no distintivo (Fig. 3. a-d), características similares fueron encontradas en Confederación Peruana de la madera (2008). La madera presentó una densidad semi liviana (Tabla 1) asignaciones según Spavento et al. (2008)

Características microscópicas

Sección transversal

Se aprecian las características en la sección o plano transversal con tinte de safranina, predominando entonces los poros solitarios dirección de los radios, con una morfología de ovalados, circulares, circulares irregulares, predominado los ovalados con un 56,88% (Tabla 2), consecutivamente poros múltiples radiales de 2 en sentido radiales, tangenciales y diagonales y de 3 poros, en menor proporción poros múltiples racemiformes. Madera de porosidad difusa, radios sin estratificación. De abundancia muy escasa de poros por mm² con diámetros medianos (Tabla 3-4), resultados semejantes encontrados en MAE y FAO (2014). En cuanto al parénquima se visualiza, siendo el más abundante el parénquima axial en bandas, presencia de tílides, elemento diagnóstico para el reconocimiento y la identificación de maderas, en menos proporción paratraqueal vasicéntrico, seguido del parénquima paratraqueal vasicéntrico confluyente, uniéndose a otro poro y paratraqueal aliforme en forma de alas finas (Fig. 3. e-j).

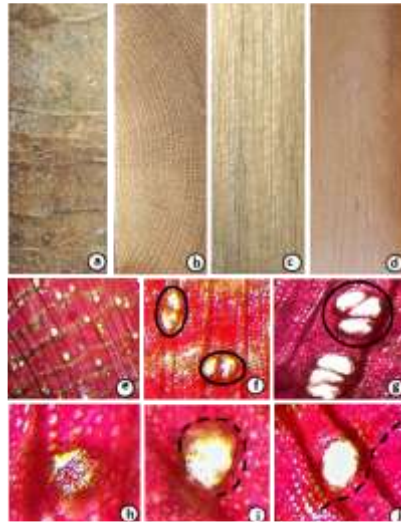
Sección tangencial

En el corte de la sección tangencial con el tinte safranina, se visualiza las fibras no septadas. En los elementos de los vasos las punteaduras intervasculares son de tipo opuestas, además se distingue parénquima radial multiseriado (Fig. 4. k-m).

Sección radial

Se aprecia las características del plano radial el tinte safranina, se observa fibras no septadas, radios parenquimáticos, campos de cruzamiento, también se aprecian radios multiseriados (Fig. 4. n-p).

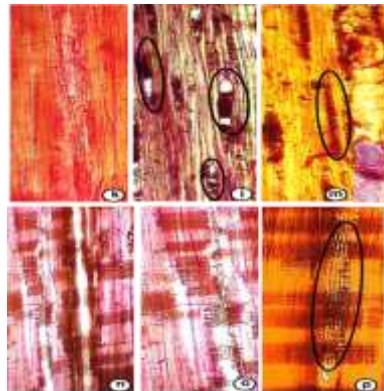
Figura 3: *Clarisia racemosa* (pitiuca).



a. Corteza. b. Corte transversal. c. Corte radial. d. Corte tangencial. e. Corte en la sección transversal con safranina (4x). f. Poros múltiples radiales de 2 radiales y tangenciales (4x). g. Poros múltiples radiales y racemiformes de 3, forma ovalada (10x). h. Presencia de tñlides. i. Parénquima paratraqueal vasicéntrico, forma del poro circular irregular. j. Parénquima paratraqueal aliforme en forma de alas finas, forma del poro ovalado.

Fuente: Autores, 2021

Figura 4: *Clarisia racemosa* (pitiuca).



k. Corte en la sección tangencial con safranina (10x). l. Fibras no septadas en corte tangencial (10x), radios de células envolventes y presencia de sílice. m. Radios multiseriados (10x); punteaduras intervasculares opuestas (40x). n. Corte en la sección radial con safranina (10x). o. Fibras no septadas corte radial (10x). p. Radios multiseriados.

Fuente: Autores, 2021

Maclura tinctoria

Familia: Moraceae

Nombre común: Lailapo, conocido en la provincia de Morona Santiago.

Nombre quichua: Chiap

Características macroscópicas

El árbol presenta una corteza pardo grisácea con numerosas lenticelas rojizas algo agrietada; según la tabla de Munsell, el color de la albura en fresco fue blanquecino 2,5 Y 8/1 y en seco fue amarillento claro 2,5 Y 8/2, el color del duramen en fresco fue blanquecino 2,5 Y 8/1 y en seco fue amarillento claro 2,5 Y 8/3, su brillo o lustre medio a alto, grano recto-inclinado, textura fina, vetado en arcos superpuestos, su olor en fresco fue ligeramente agradable a sábila y en seco fue ausente o no distintivo, su sabor en fresco fue ligeramente dulce con tendencias a ácido y en seco fue ausente o no distintivo (Fig. 5. a-d). La madera presentó una densidad semi pesada (Tabla 1) asignaciones según Spavento et al. (2008)

Características macroscópicas

Sección transversal

Las características en la sección transversal con tinte azul brillante se visualizan poros solitarios en su mayoría en dirección de los radios también se encuentra en sentido diagonal y tangencial; sus morfologías fueron ovalados, circulares, elípticos, circulares irregulares, predominado los ovalados con un 64,67% (Tabla 2), consecutivamente poros múltiples radiales de 2 y 3 en sentido radiales, tangenciales y diagonales; porosidad difusa, radios visibles a simple vista, sin estratificación. De abundancia muy escasa de poros por mm² con diámetros medianos (Tabla 3-4), datos relacionados en la descripción (MAE y FAO, 2014). En cuanto al parénquima se visualiza un parénquima paratraqueal aliforme confluyente, en menos proporción parénquima aliforme de ala corta en forma de romboide en algunos poros y presencia de tñlides (Fig.5.e-j).

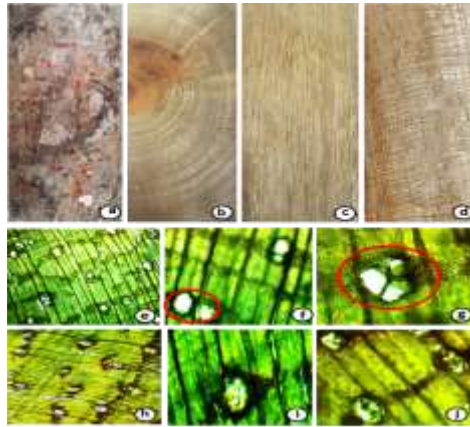
Sección tangencial

En el corte de la sección tangencial con el tinte safranina, se visualiza las fibras no septadas. En los elementos de los vasos las punteaduras intervasculares son de tipo alternas (Fig. 6. k-m).

Sección radial

Se observan las características del plano radial con el tinte azul brillante, se denota fibras no septadas, radios parenquimáticos (Fig. 6. n).

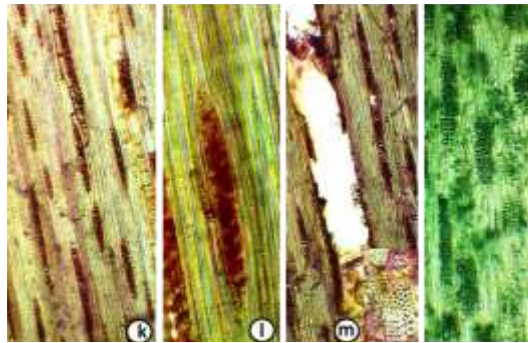
Figura 5: *Maclura tinctoria* (Lailapo).



- a. Corteza. b. Corte transversal. c. Corte radial. d. Corte tangencial. e. Corte en la sección transversal con azul brillante (4x). f. Poros múltiples radiales de 2 radiales y diagonales ovalados (10x). g. Poros múltiples racemiformes de 3 ovalados (10x). h. Parénquima vasicéntrico aliforme confluyente. i. En menos proporción parénquima aliforme de ala corta en forma romboidal. j. Presencia de tílides.

Fuente: Autores, 2021

Figura 6: *Maclura tinctoria* (Lailapo).



Fuente: Autores, 2021

- k. Corte en la sección tangencial de con safranina (10x). l. Fibras no septadas en corte tangencial (40x), radios de células envolventes y presencia de tílides. m. Lumen del vaso (10x), punteaduras intervasculares alternas (40x). n. Corte en la sección radial con azul brillante, presencia de fibras no septadas en corte radial (10x).

Rollinia dolichopetala

Familia: Anonaceae

Nombre común: Sacha, conocido en la provincia de Morona Santiago.

Nombre quichua: Yunkua

Características macroscópicas

El árbol presenta una corteza lisa algo agrietada de color grisáceo; según la tabla de Munsell, en cuanto a su madera el color de la albura en fresco fue muy amarillento claro 10Y 8/4 y en seco fue

marrón amarillento 10Y 5/4, el color del duramen en fresco fue marrón amarillento 10Y 5/4 y en seco fue amarillento claro 10Y 6/4, de brillo o lustre medio, grano recto-inclinado, textura gruesa, veteado jaspeado, el olor fresco fue agradable ligeramente a claudia en seco ausente o no distintivo, sabor en fresco y seco fueron ausentes o no distintivos. La madera presentó una densidad muy liviana (Tabla 1) asignaciones según Spavento et al. (2008) (Fig. 7. a-d)

Características microscópicas

Sección transversal

Se aprecian las características en la sección transversal con tinte de safranina, así sus poros solitarios en su mayoría; su morfología, son ovalados, circulares, elípticos, circulares irregulares, predominado los ovalados con un 53,87% (Tabla 2), consecutivamente poros múltiples radiales de 2 y 3 en sentido radiales, tangenciales y diagonales, de porosidad difusa, radios visibles a simple vista, sin estratificación. De abundancia muy escasa de poros por mm² con diámetros medianos (Tabla 3-4), frente a los resultados encontrados en León (2007) quien cataloga que la especie *Rollinia mucosa* presenta el número de poros/mm² como escasos, posiblemente el número de los poros/mm² varía dependiendo del tipo de especie y de vegetación del que procedan (Quintanar et al., 2009), además el número de poros/mm² disminuye a menor edad en la que se encuentra el árbol (Gimenez et al., 2000), en la presente investigación no se estimó edades al respecto. En cuanto al parénquima se visualiza, siendo el más abundante el parénquima apotraqueal en líneas, como resultado de parénquima aliforme de ala delgada y corta, que confluye de manera continua, además la presencia de parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluyente; por ser una especie en una especie endémica catalogada en estado de conservación casi amenazada y peligro crítico (Valencia et al, 2000) se encontró que *Rollinia dolichopetala* comparte ciertas similitudes con otra investigación realizada en *Rollinia mucosa* por León (2007) puesto que principalmente pertenecen al mismo género (Fig. 7. e-h).

Sección tangencial

En el corte de la sección tangencial con el tinte safranina, se observa fibras septadas. En los elementos de los vasos las punteaduras intervasculares son de tipo opuestas, además se distingue parénquima radial multiseriado (Fig. 8. i-k).

Sección radial

De las características del plano radial con el tinte de safranina, se observa fibras septadas, radios parenquimáticos, campos de cruzamiento, también se aprecian radios uniseriados (Fig. 8. 1-n).

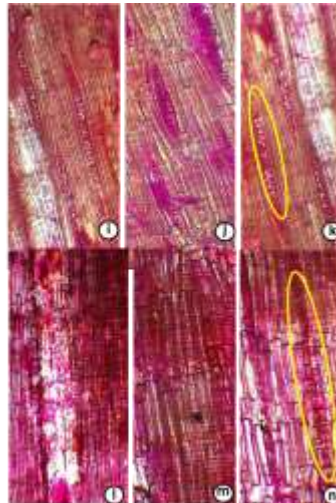
Figura 7: *Rollinia dolichopetala* (sacha).



Fuente: Autores, 2021

- a. Corteza. b. Corte transversal. c. Corte radial. d. Corte tangencial. e. Corte en la sección transversal con verde malaquita (4x). f. Poros múltiples radiales de 2 radiales y diagonales ovalados, poros solitarios circular irregulares (10x) con safranina. g. Poros múltiples radiales y tangenciales de 3 ovalados (10x). h. Parénquima apotraqueal en líneas, presencia de parénquima paratraqueal vasicéntrico y confluyente.

Figura 8: *Rollinia dolichopetala* (sacha).



Fuente: Autores, 2021

- i. Corte en la sección tangencial con safranina (10x). j. Fibras septadas en corte tangencial (10x) y radios de células envolventes. k. Radios multiseriados (10x); punteaduras intervasculares alternas (40x). l. Corte en la sección radial con safranina en lente de 10x. m. Fibras septadas corte radial (10x). n. Radios uniseriados.

Tabla 1: Densidad de la madera de las cuatro especies estudiadas.

	Masa (g)	Volumen (cm ³)	$\rho=m/v$ (g/cm ³)
<i>Maclura tinctoria</i>	3,18	4	0,8
<i>Clarisia racemosa</i>	3,7	8	0,46
<i>Trophis caucana</i>	2,8	10,5	0,27
<i>Rollinia dolichopetala</i>	4,53	39,5	0,11

Fuente: Autores, 2021

Tabla 2: Morfologías de los poros registrados en las cuatro especies.

	<i>Trophis caucana</i>	<i>Clarisia racemosa</i>	<i>Maclura tinctoria</i>	<i>Rollinia dolichopetala</i>
Morfologías %				
Circulares	41,39	7,34	17,93	19,73
Circular- irregulares	4,92	8,56	3,26	13,6
Elípticos	23,27	20,8	7,88	12,8
Ovalados	28,64	56,88	64,67	53,87
Ovalado-irregulares	1,79	6,42	6,25	-
Tipos de poros %				
Total, poros/400mm ²	297	218	245	251
Poros solitarios	78,5	76,86	72,25	77,69
Poros múltiples 2	15,45	17,09	22,28	19,52
Poros múltiples 3	6,04	3,32	4,14	1,2
Poros múltiples racemiformes	-	0,94	1,34	1,6

Fuente: Autores, 2021

Tabla 3: Diámetro de los poros de las especies estudiadas

Especie	Poros /mm ²	Diámetro de los poros (µm)			
		Promedio	Valor mínimo	Valor máximo	DE
<i>Trophis caucana</i>	1	92,57	50	150	21,18
<i>Maclura tinctoria</i>	1	108,57	50	160	26,2
<i>Clarisia racemosa</i>	1	101,91	60	170	19,3
<i>Rollinia dolichopetala</i>	1	131,55	80	220	26,44

Fuente: Autores, 2021

Tabla 4: Descripción de poros de acuerdo con IAWA (Baas P., Wheeler E. y Gasson P., 1989).

	<i>Trophis caucana</i>	<i>Maclura tinctoria</i>	<i>Clarisia racemosa</i>	<i>Rollinia dolichopetala</i>
Abundancia de poros/ mm ²	Muy escasos Pequeños	Muy escasos Medianos	Muy escasos Medianos	Muy escasos Medianos

Fuente: Autores, 2021

Conclusiones

Dentro de las características macroscópicas *Trophis caucana* presentó un brillo o lustre mediano, grano recto a inclinado, textura media, veteado jaspeado; densidad de la madera muy liviana. *Clarisia racemosa* presentó un brillo o lustre de medio a alto, grano recto-entrecruzado, textura media, veteado en arcos superpuestos; densidad de la madera semi liviana. *Maclura tinctoria* presentó un brillo o lustre medio a alto, grano recto-inclinado, textura fina, veteado en arcos superpuestos; densidad de la madera semi dura. *Rollinia dolichopetala* presentó un brillo o lustre medio, grano recto-inclinado, textura gruesa, veteado jaspeado; densidad de la madera muy liviana.

Dentro de las características microscópicas *Trophis caucana* presentó poros solitarios y parénquima axial en bandas predominantes, fibras rectas y septadas, radios uniseriados, multiseriados y con células envolventes. *Clarisia racemosa* presentó poros solitarios y parénquima axial en bandas predominantes, fibras no septadas, radios multiseriados. *Maclura tinctoria* presentó poros solitarios y parénquima aliforme confluyente predominantes, fibras no septadas, radios uniseriados, multiseriados y con células envolventes. *Rollinia dolichopetala* presentó poros solitarios y parénquima apotraqueal en líneas predominantes, fibras septadas, radios uniseriados, multiseriados.

A nivel de género las cuatro especies estudiadas presentaron el mismo número de poros/mm² catalogadas como muy escasas. A nivel de especie el diámetro de poros para *Maclura tinctoria*, *Clarisia racemosa* y *Rollinia dolichopetala* fue mediano, a diferencia de *Trophis caucana* que presentó un diámetro de poros pequeño.

Referencias

1. Acosta Contreras, I. (1967). Descripción anatómica, propiedades físicas y algunos usos de 25 maderas de Costa Rica (No. Thesis A185). IICA, Turrialba (Costa Rica).
2. Chave, J. (2006). Medición de densidad de madera en árboles tropicales manual de campo. France: Sixth Framework Programme Pan-Amazonia7.
3. Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT). (1972). Madera: método de determinación del peso específico aparente-métodos de ensayo. Recuperado el 12 de abril de 2018, de <http://materiales.azc.uam.mx/eam/Labsolidos/5NormasCopant.pdf>

4. Confederación Peruana de la Madera. (2008). Compendio de información técnica de 32 especies forestales. Recuperado el 11 de abril de 2012, de <http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/125.pdf>
5. Corporación de Estudios y Publicaciones. (2017). Legislación forestal. Quito-Ecuador: Talleres de la Corporación de Estudios y Publicaciones .
6. Gimenez, A., Ríos, N. y Moglia, J. (2000). Relación albura-duramen en tres especies arbóreas de la Región Chaqueña Seca. Quebracho – Revista de Ciencias Forestales, 8: 56-63.
7. León, W. (2007). Anatomía xilemática de 26 especies de la familia Annonaceae en Venezuela. Revista forestal venezolana, 51(2), 165-177.
8. León, W. (2012). Anatomía de la madera de 69 especies de la Reserva Forestal Caparo (Barinas. Venezuela). Revista forestal venezolana, 56(2), 167-195.
9. León, W. (2015). Anatomía de la madera de 25 especies de la familia moraceae en Venezuela. Ernstia, 25(2), 97-134.
10. Lozano, D. y Pineda, Y. (2015). Descripción anatómica y no anatómica de la madera de cuatro especies procedentes del Bajo Calima, Buenaventura. (Tesis de grado). Universidad de Tolima, Tolima-Colombia.
11. Ministerio de Ambiente del Ecuador. (2014). Plan Nacional de restauración forestal 2014-2017. Recuperado el 11 de abril de 2018, de <http://sociobosque.ambiente.gob.ec/files/images/articulos/archivos/amrPlanRF.pdf>
12. Ministerio del Ambiente del Ecuador y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2014). Propiedades anatómicas, físicas y mecánicas de 93 especies forestales. Quito: MAE
13. Quintanar, A., Angeles, G. y Zavala, J. (2009). Anatomía, índices físicos e hidráulicos de la madera de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. Madera y Bosques, 15(2), 71-91.
14. Spavento, E., Keil, G. y Monteoliva, S. (2008). Propiedades físicas de la madera. Curso de Xilotecnología. Recuperado el 20 de marzo de 2018, de http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/1689/mod_resource/content/0/Propiedades_Fisicas_2008.pdf

15. Valencia, R., Pitman, N., León Yanez, S. y Jorgensen, P. (2000). Libro Rojo de Las Plantas Endémicas del Ecuador. (2ª. ed.). Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito.

© 2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)