

Diversidad anatómica de la madera de tres especies del género *Ilex* en la región sur de Ecuador

Anatomical diversity of the wood of three species of the genus Ilex in the southern region of Ecuador

Jennifer Rodríguez^{1,*}, Yessica Rey¹, Fanny Aguinaca¹, Héctor Zhiñin³ y Darwin Pucha-Cofrep^{1,2}

¹ Laboratorio de Anatomía de Maderas Tropicales, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

² Maestría en Biodiversidad y Cambio Climático, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador.

³ Proyecto Acciones por la Amazonía-NORAD: Corporación Naturaleza & Cultura Internacional, Loja, Ecuador.

* Autor para correspondencia: jennifer.rodriguez@unl.edu.ec

Fecha de recepción del manuscrito: 15/04/2022 Fecha de aceptación del manuscrito: 14/11/2022 Fecha de publicación: 29/12/2022

Resumen—En Ecuador el género *Ilex* está representado por especies de importante valor económico para las poblaciones locales. Su uso ancestral les ha permitido la conservación del acervo étnico-cultural. No obstante, poco se conoce sobre la fisiología y estructura interna de estas especies. Por ello, el objetivo de este estudio es conocer las características y diferencias anatómicas de la madera de *Ilex guayusa*, *Ilex weberlingii* e *Ilex* sp. Para ello muestras de madera fueron colectadas en distintos sitios de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe al sur de Ecuador. Se identificaron y evaluaron las características microscópicas de la madera en sus planos transversal, tangencial y radial, con base a la normativa IAWA. Los resultados mostraron que las tres especies tuvieron en común anillos de crecimiento poco visibles con porosidad difusa, y vasos solitarios con perfil angular distribuidos en patrones radiales o diagonales. Todas las especies mostraron placas de perforación escalariformes y punteaduras opuestas. Los radios para las tres especies fueron iguales respecto a su ancho, altura y tamaño. Sin embargo, las únicas diferencias de cada especie fueron el tamaño de las punteaduras intervasculares y el número de vasos por milímetro cuadrado. Esto demuestra que las características microscópicas de la madera tienen un alto potencial para la identificación de maderas a través de análisis anatómicos.

Palabras clave—Anatomía de la madera, *Ilex* sp, *Ilex guayusa*, *Ilex weberlingii*, IAWA.

Abstract—In Ecuador, the *Ilex* genus is represented by species of important economic value for local communities. Their ancestral use has allowed them to conserve their ethno-cultural heritage. However, little is known about the physiology and internal structure of these species. Therefore, the goal of this study is to know the features and anatomical wood differences of *Ilex guayusa*, *Ilex weberlingii* and *Ilex* sp. Wood samples were collected from different sites in the provinces of Loja and Zamora Chinchipe in southern Ecuador. The microscopic characteristics of the wood were identified and evaluated in the cross, tangential and radial sections, based on IAWA standards. The results showed that the three species had in common indistinct growth rings boundaries with diffuse-porous, and solitary vessels with outline angular distributed in radial or diagonal patterns. All species showed scalariform perforation plates and opposite pits. The rays for all three species were the same with respect to width, height, and size. However, the only differences in each species were the size of the intervessel pits, and the number of vessels per square millimeter. This demonstrates that microscopic wood characteristics have a high potential for wood identification through anatomical analysis.

Keywords—Wood anatomy, *Ilex* sp, *Ilex guayusa*, *Ilex weberlingii*, IAWA.

INTRODUCCIÓN

Actualmente el género *Ilex* se encuentra representado por alrededor de 500 especies distribuidas en las regiones templadas y tropicales del mundo (Cuenoud et al., 2000). Mediante registros palinológicos, se determinó que este género desde el principio del periodo terciario tiene una distribución mundial excepto en las zonas áridas y árticas, su di-

versidad específica se centra especialmente en Asia Oriental y Sudamérica, también está bien representado en el Sudeste Asiático y Norte de Australia tropical (Martin, 1977).

Así, se destaca que las especies del género en mención han generado un gran interés ya que tienen una importancia económica considerable, pues se han establecido huertos comerciales para su producción intensiva y extensiva (Martin, 1977), y forman parte del acervo cultural de varios países

(Andrews, 2021). Por ejemplo, suministran adornos navideños y generan ingresos de millones de dólares en Estados Unidos (Ticknor, 1986) y las hojas de 60 especies del género se utilizan para elaborar bebidas en América del Sur y del Norte: entre las más conocidas tenemos a *Ilex paraguayensis* St. Hil para la elaboración del Mate e *Ilex guayusa* Loes para la elaboración de la Guayusa (Macmillan, 2012). Estas bebidas son ampliamente consumidas debido a sus compuestos activos como polifenoles, flavonoides, saponinas y glucósidos que le dan beneficios antiinflamatorios, antimicrobianos, antioxidantes y antiparasitarios (Hao et al., 2013).

En Ecuador el género *Ilex* se encuentra distribuido principalmente en el bosque montano, así como también en los bosques de tierras bajas de la Amazonía ecuatoriana (Baas, 1973). En el país se reportan 32 especies del género (Jørgensen y León-Yáñez, 1999) y estas han generado un interés principalmente por ser una fuente botánica de recursos farmacéuticos y alimentarios (Barnett, 2012). En la provincia de Pastaza en la Amazonía ecuatoriana, la Asociación de Productores y Comercializadores Individuales de la empresa Wayusa Org realizan producción y venta de varios productos derivados de la guayusa, como cerveza artesanal y bebidas carbonatadas de la marca URKU (espíritu del jaguar). Así también, en la región Sur de Ecuador la Universidad Nacional de Loja tiene su propia bebida de *Ilex guayusa* llamada “Guayusa – Bebida energizante natural”.

A nivel de fisiología y estructura microscópica, los estudios son escasos en las especies del género *Ilex* a nivel mundial y a nivel de Ecuador, y mucho menos en anatomía de la madera. En el contexto mundial Baas (1973) presentó un estudio comparativo entre las características anatómicas de 81 especies de diferentes latitudes del mundo del género *Ilex*. En Ecuador un estudio más reciente lo llevó a cabo Montaña et al. (2019), donde analizó las características físicas y anatómicas de la madera de individuos de la especie *Ilex guayusa* Loes al Sur de Ecuador. Su material procedía de las diferentes partes vegetativas de la planta como son ramas, tronco y raíz, para identificar las diferencias de las características físicas y microscópicas (cualitativas y cuantitativas) del xilema. Cabe destacar que la anatomía microscópica de la madera contribuye a llenar vacíos de información relacionados con la identificación a nivel de género de manera rápida y precisa, y también contribuye a la comprensión de las relaciones infragenéricas (Barnett, 2012) dentro del género objeto de estudio.

Por ello, el presente trabajo pretende aportar con nueva información detallada de las características anatómicas de *Ilex guayusa*, *Ilex weberlingii* e *Ilex* sp, con la finalidad de realizar un estudio comparativo de las características y diferencias anatómicas cualitativas y cuantitativas entre especies del mismo género.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente estudio se realizó en la región Sur de Ecuador en las provincias de Zamora Chinchipe y Loja, en los cantones: Nangaritza, parroquia Guayzimi (*Ilex guayusa*) en el ecosistema bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú, con alturas que oscilan entre los 350

m s.n.m. y 1 400 m s.n.m. y un rango de temperatura que varía entre 14°C y 26 °C (Aguirre et al., 2013); cantón Loja, parroquia Jimbilla (*Ilex* sp) en el ecosistema bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes, con una temperatura que oscila entre los 12°C y 20°C con un rango altitudinal de 1 800 m s.n.m. – 2 800 m s.n.m. (GAD Parroquial Jimbilla, 2020); y cantón Saraguro, parroquia Urdaneta (*Ilex weberlingii*), donde los ecosistemas de mayor amplitud de esta zona son bosque siempreverde montano alto del Sur de la cordillera oriental de los Andes y bosque siempreverde montano del sur de la cordillera oriental de los Andes, con temperaturas entre los 10°C hasta los 14°C y abarca un rango altitudinal desde los 2 500 m s.n.m. hasta los 2 600 m s.n.m. (GAD Parroquial Urdaneta, 2019) (Figura 1).

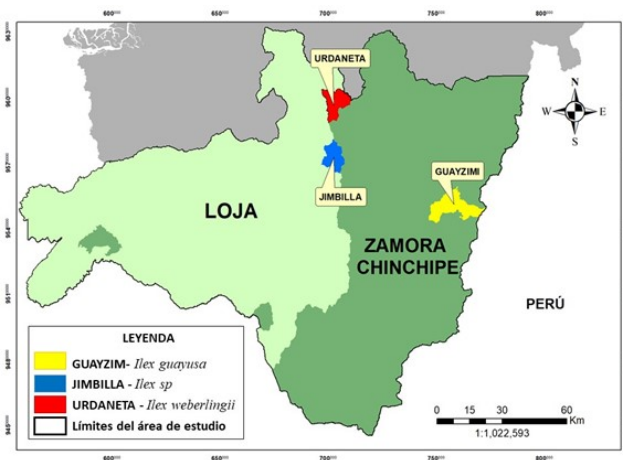


Fig. 1: Sitios de muestreo de cada especie de *Ilex* en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, Ecuador.

Colecta de las muestras de madera

La colecta de muestras de cada especie se realizó por método destructivo. Previo a la colecta del material se seleccionó un individuo de cada especie, se consideró su buen estado fitosanitario, fuste recto y diámetro a la altura del pecho (DAP) >15 cm. La especie fue identificada por el equipo técnico del Herbario “Reinaldo Espinosa”- LOJA y las probetas de madera se depositaron en la colección de la Xiloteca del Laboratorio de Anatomía de Maderas Tropicales de la Universidad Nacional de Loja (Tabla 1).

Análisis microscópico de la madera

Una vez tomadas las muestras de madera en campo, se cortaron en cubos de 1 cm³. Para la obtención de cortes anatómicos en sus planos transversal, tangencial y radial se utilizó micrótopo de deslizamiento GSL1/WSL. Fue necesario remojar las muestras en alcohol para obtener cortes finos. Seguidamente, se realizó la tinción con soluciones de Safranina y Astrablue, pasado el tiempo de reposo con las soluciones se realizó un lavado de las muestras (primero con alcohol al 50 %, posteriormente con alcohol al 75 % y por último con alcohol al 96 %), luego se sellaron las muestras permanentemente con Bálsamo de Canadá en un portaobjetos, y finalmente se tomaron fotografías digitales basados en la metodología de Feijoo et al. (2019).

Tabla 1: Información de las muestras de madera del género *Ilex* colectados en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe y depositados en la xiloteca del Laboratorio de Anatomía de Maderas Tropicales, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja (Ecuador).

Especie	Colector/es	Código	Tipo de muestra	Dimensiones Alto x Largo x Ancho (cm)
<i>Ilex guayusa</i> Loes	Héctor Zhiñin	GUILGUTADU04	Probeta rectangular	10 × 2,5 × 2,5
		GUILGURADU02	Probeta rectangular	15 × 2,5 × 2,5
		GUILGUTR02	Sección transversal completa (Rodaja)	Diámetro: 7,05 cm
<i>Ilex</i> sp	Victoria Moncada y Jorge Zúñiga	LOILAQTA01	Probeta rectangular	20 × 10 × 2,5
		LOILATR01	Sección transversal completa (Rodaja)	Diámetro: 14,75 cm
<i>Ilex weberlingii</i> L.	Nathaly Alvarado Allisson Jaramillo Gabriela Pinta Evelyn Ulloa Lilian Ulloa	SAILWE03	Probeta rectangular	10 × 2 × 2
		SAILWERAALDU02	Probeta rectangular	15 × 2,5 × 2,5
		SAILWETR02	Sección transversal completa (Rodaja)	Diámetro: 11,5 cm

El análisis de las características cualitativas y cuantitativas se realizó de acuerdo a la normativa de la Asociación Internacional de Anatomistas de la Madera IAWA (IAWA, 1989). Se utilizó un microscopio Olympus modelo BX41TF y los softwares Infinity Analyze v6 y ToupView, con los cuales se realizó el registro fotográfico que permitió determinar las principales características anatómicas de la madera (vasos, parénquima, radios, punteaduras y placas de perforación), así como la medición de las características cuantitativas. Es importante mencionar que no se realizaron macerados para estudiar las fibras. Las fotografías fueron tomadas en sus tres planos anatómicos con los lentes de aumento 4x, 10x, 20x y 40x.

Para la comparación estadística de las características anatómicas se realizó un análisis Kruskal-Wallis y un post-hoc de Wilcoxon. De igual manera se realizó un análisis de correlación tanto para las características cuantitativas como cualitativas; el análisis de correlación cualitativo se realizó dándole valores de 0 (no presente) y 1 (presente) a las características de cada especie. Los análisis estadísticos se realizarán a través del software estadístico R (R Core Team, 2021).

RESULTADOS

De las 37 características anatómicas analizadas se observó que el 41,66% son características comunes que comparten las tres especies, mientras que solo un 36,11% son características presentes en una sola especie.

Características microscópicas cualitativas

En el plano anatómico transversal se encontró que las tres especies presentaron las siguientes características comunes: anillos de crecimiento poco visibles con poros difusos, vasos en patrones radiales o diagonales, parénquima axial apotraqueal difuso en agregados y perfil angular de vasos solitarios. No obstante, en la agrupación de los vasos la especie *I. guayusa* presentó vasos en grupos radiales de 4 o más, en contraste las especies *I. sp* e *I. weberlingii* poseen vasos en grupos comunes (de 3 o más vasos) (Figura 2, Anexo 1).

En el plano tangencial, las tres especies presentaron tilo-

sis común, fibras con punteaduras bordeadas, placas de perforación escalariformes con 20–40 barras, radios multise-riados, punteaduras intervascuales escalariformes opuestas, ocho (5-8) células por hebra de parénquima, y radios de 4 a 10 series y altura mayor a 1 mm de dos tamaños distintos (Figura 2).

En cuanto al plano radial se encontraron mayores diferencias entre las características. Así, *I. sp* presentó en sus radios células procumbentes, cuadradas verticales, con punteaduras de distintos bordes, similares a las punteaduras intervascuales en forma y tamaño a través de células radiales y restringidos a filas marginales. *I. weberlingii* tuvo sus radios con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales con punteaduras de distintos bordes, similar a las perforaciones intervascuales en forma y tamaño a través de células radiales. *I. guayusa* mostró radios con células procumbentes con 2-4 filas de células verticales y/o cuadradas marginales y punteaduras restringidos a filas marginales, además de cristales prismáticos en células de parénquima axial en cámara (Figura 3).

Características cuantitativas

En general *Ilex weberlingii* presentó mayor número de vasos por milímetro cuadrado ($\geq 100\mu m$), mientras que *Ilex sp* presentó de 20 a 40 μm e *Ilex guayusa* presentó de 40 a 100 μm . La mayor diferencia observada entre especies fue en la variable tamaño de punteaduras en la cual *Ilex weberlingii* presentó punteaduras más grandes con relación a las dos especies en estudio (Figura 4).

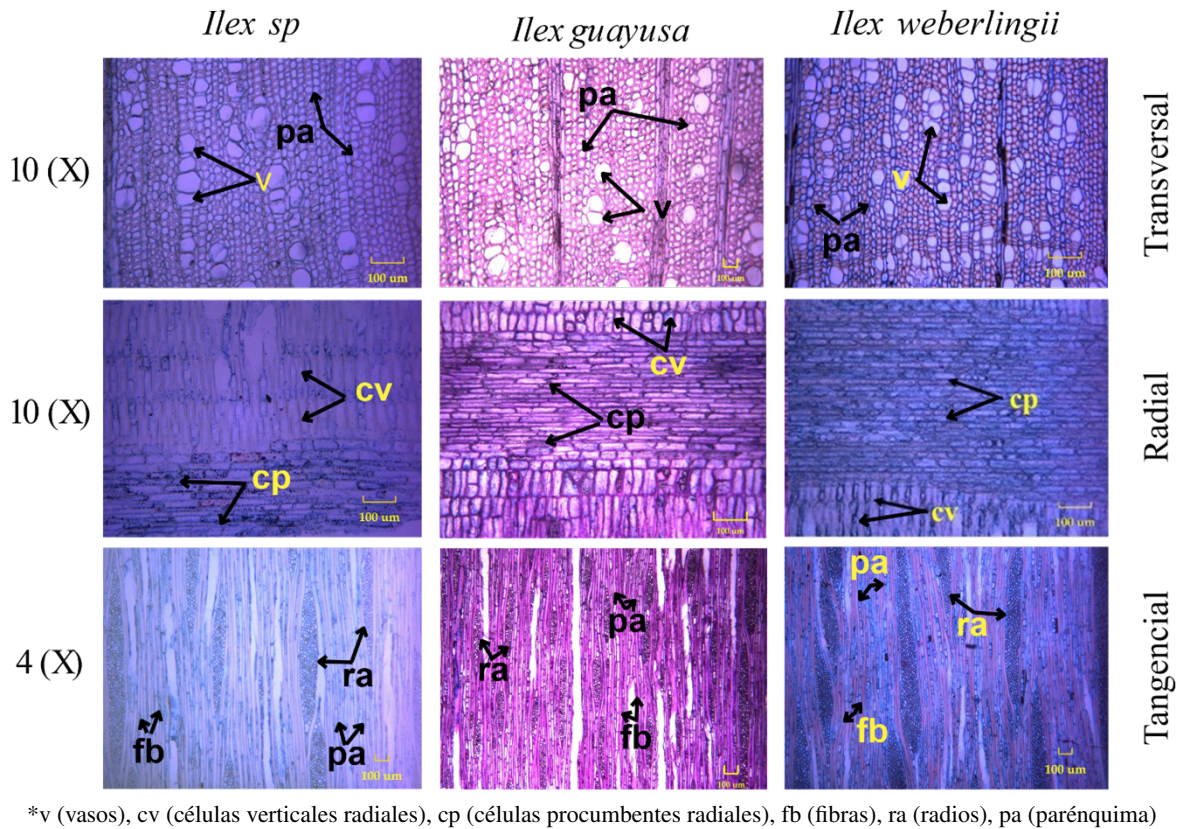
Se pudo determinar que entre la altura y número de radios existen diferencias significativas entre *Ilex guayusa* e *Ilex sp*, mientras que en el diámetro de vasos *Ilex weberlingii* es inferior a los diámetros, en contraste de *Ilex guayusa* e *Ilex sp*. En relación con el número de vasos y diámetro de las punteaduras se evidenciaron diferencias significativas entre las tres especies del género *Ilex* (Figura 4). *Ilex guayusa* demostró ser la especie con mayor diferencia significativa en comparación con las especies *Ilex weberlingii* e *Ilex sp.*, basado en el número, diámetro y altura de vasos, radios y punteaduras. Tanto la altura como el número de radios fue igual sin diferencias significativas para *Ilex weberlingii* e *Ilex sp*.

Correlación de características cuantitativas y cualitativas

De acuerdo con el análisis de correlación de Pearson, en la Figura 5a se evidenció que no existe una alta correlación significativa entre las características cualitativas de las tres especies estudiadas, pero sí entre características cuantitativas, donde *I. guayusa* tiene una alta correlación negativa de -0,67 con *I. sp* (Figura 5b).

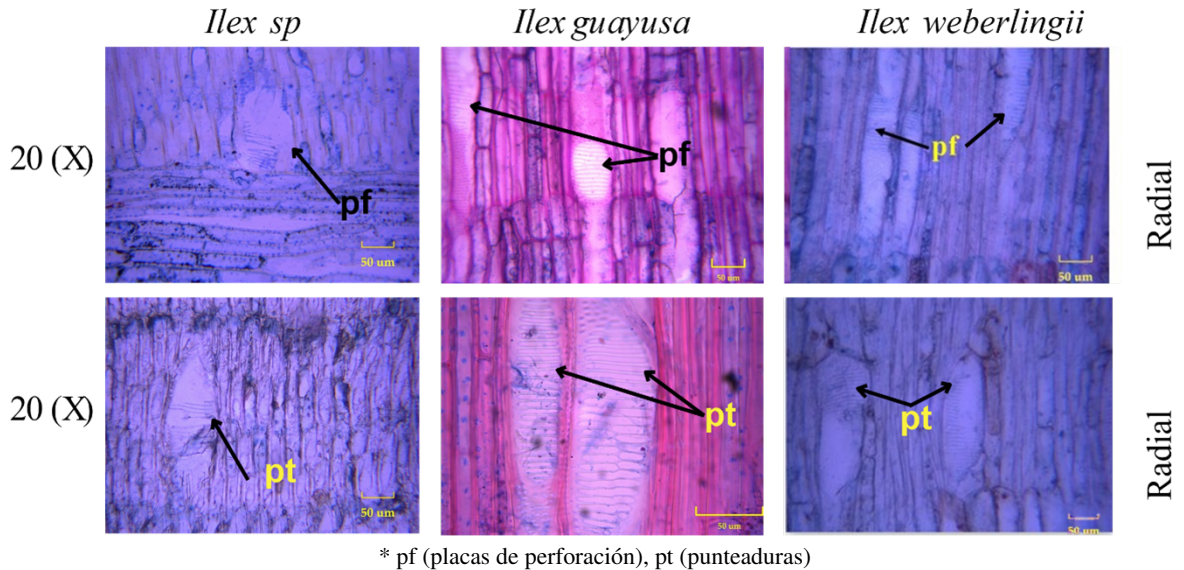
DISCUSIÓN

La importancia de *Ilex guayusa* en Ecuador es por su uso como planta ornamental y medicinal (Radice y Vidari, 2007), y esta está vinculada con el saber ancestral de las mujeres Kichwa. También es consumida por los indígenas como una bebida energizante y antioxidante (Bravo, 2015), así como antiartrítica, antigripal, antirreumática, expectorante, emenagoga y estimulante (Pérez et al., 2019). *Ilex guayusa* e *Ilex*



*v (vasos), cv (células verticales radiales), cp (células procumbentes radiales), fb (fibras), ra (radios), pa (parénquima)

Fig. 2: Imágenes microscópicas de tres especies del género *Ilex* colectadas en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (Ecuador), en sus respectivos planos anatómicos. De arriba a abajo: transversal (10X), radial (10X) y tangencial (4X). Escala 100 μm.



* pf (placas de perforación), pt (punteaduras)

Fig. 3: Vista anatómica en un corte radial de las especies del género *Ilex* (20X) colectadas en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (Ecuador), donde se muestran las placas de perforación y punteaduras. Escala 50 μm.

paraguariensis llegan a estar relacionadas por contener altas concentraciones de cafeína superiores a las del café, además, presentan teobromina y en cantidades menores toefilina y otras xantinas, esteroides, terpenoides y lactonasterpénicas (Carpintero y Salazar, 2014).

De las 36 características anatómicas analizadas se destaca que el 41,66% son características comunes entre las tres especies, y solo el 36,11% son características presentes en una sola especie. *Ilex guayusa* es la especie que más se dife-

rencia de las otras dos especies estudiadas, sin embargo, se encontró en su estructura anatómica se asemeja mucho a *Ilex paraguariensis*, o más conocida como Mate, especie con un alto valor cultural para Argentina (Bustos y Bonino, 2005).

Las características anatómicas descritas en el presente estudio coinciden con las reportadas por Baas (1973), quien en su estudio describe detalladamente la anatomía de la madera de 81 especies del género *Ilex*. Así también, se encontró similitud de los resultados de la anatomía de *Ilex guayusa* con lo

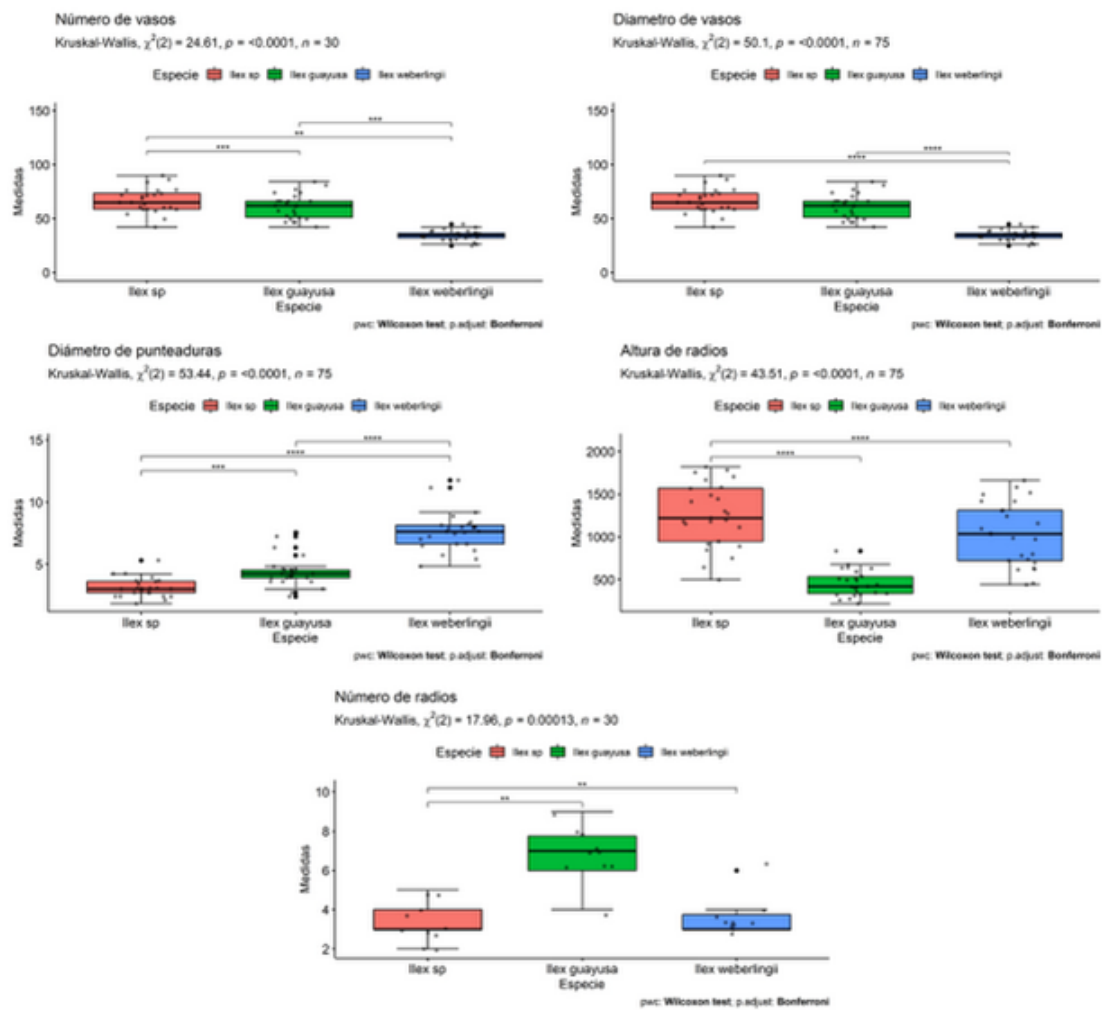


Fig. 4: Diagramas de caja evidenciando la variabilidad de las características cuantitativas en tres especies del género *Ilex* colectadas en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (Ecuador).

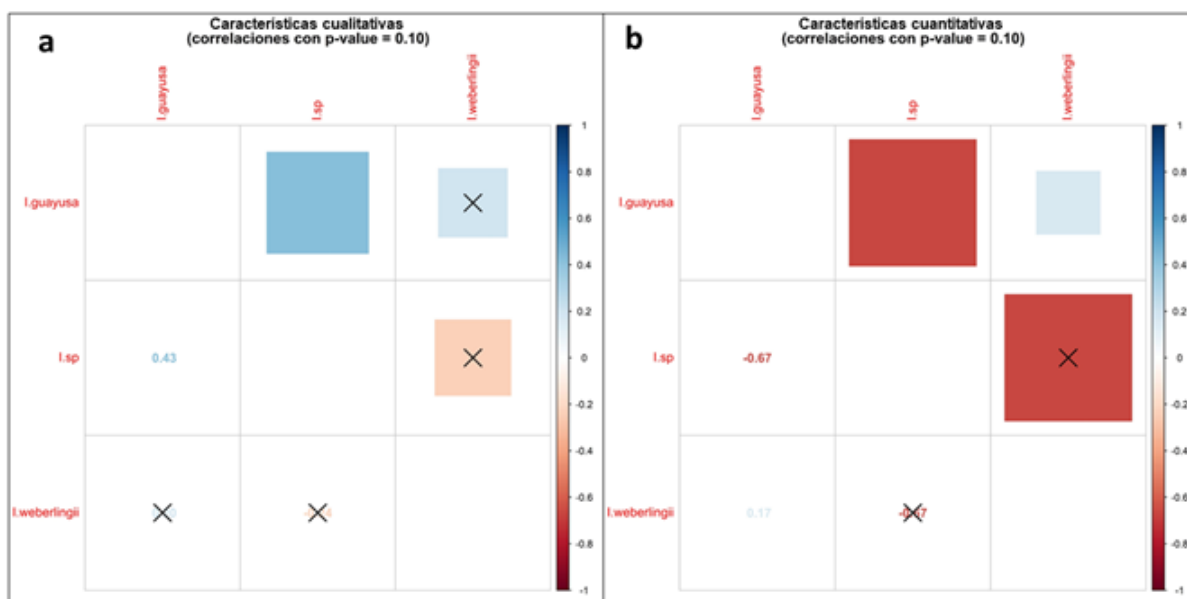


Fig. 5: Correlación entre variables cualitativas (a) y cuantitativas (b) de la madera de las tres especies del género *Ilex* colectadas en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (Ecuador). El color muestra el grado de correlación de acuerdo con la gradiente de la escala, y las x indican los valores que no son significantes bajo un p-value de 0,10.

reportado en el estudio de Montaña *et al.* (2019). Al contrario, se discrepa con Llerena (2018) quien menciona que esta especie presenta radios finos, tipo no estratificado, a diferente altura sin seguir un orden, características que no fueron encontradas en nuestro estudio. Esta variación se puede aludir a la edad de la especie, así como a los factores edáficos y climáticos de los sitios donde se desarrollaron estos individuos.

Las especies en estudio no presentaron anillos de crecimiento definidos, frente a esto, Wheeler *et al.* (2007) sostiene que en los trópicos la incidencia de los límites de los anillos de crecimiento es baja, un 34 %, ya que la estacionalidad de la actividad cambial no es frecuente. Los sitios donde se colectaron las especies de este estudio tampoco tienen una estacionalidad climática bien definida.

Las especies de nuestro estudio se caracterizaron por presentar patrones de poros difusos sin llevar un orden definido. Al respecto Wheeler *et al.* (2007) sostiene que es un patrón por defecto de las dicotiledóneas leñosas, ya que se caracterizan por poseer porosidad difusa (92 %) con vasos que no siguen ningún patrón en particular (83 %) y que se presentan como una mezcla de vasos solitarios y vasos agrupados en distintos patrones (66 %).

A nivel cuantitativo se evidenció que a pesar de que las especies son de la misma familia y género, no contaban con las mismas características anatómicas encontradas, sino estas variaban según la especie atribuyendo esto a la latitud y la altitud de los sitios donde fueron recolectadas. Esto concuerda con Arias y Terrazas (2001) quienes determinaron que la longitud de la fibra y el número y diámetro de los vasos tuvieron una asociación significativa con la latitud, mientras que la altura de los radios se asocia directamente con la altura del individuo.

También se encontró una relación inversa: mientras aumenta el número de vasos disminuye el diámetro del vaso. Tal como Panshin y Zeeuw (1980) explican en su estudio esta relación se da en las maderas de porosidad difusa, puesto que en estas el diámetro de los vasos aumenta y la densidad de los vasos disminuye concurrentemente, denotando así una relación inversa, no lineal, entre el diámetro y la densidad. Los vasos anchos y escasos se asocian a entornos húmedos en latitudes bajas y son raros en latitudes altas, mientras que los vasos estrechos y densos se asocian a entornos con latitudes altas (Zimmermann, 2013).

Es importante destacar que las características clave que diferencian a estas tres especies son el tamaño de punteaduras intervascuales. *I. weberlinguii* tiene las punteaduras más grandes, *I. guayusa* pequeñas, e *Ilex* sp. tiene punteaduras diminutas. De la misma manera, el número de vasos por milímetro cuadrado es otra característica importante para la identificación de estas especies: *I. weberlinguii* tiene el mayor número de vasos por milímetro cuadrado (≥ 100), *I. guayusa* de 40-100, e *Ilex* sp. de 20-40. Conocer estas características clave permite hacer una diferenciación de especies más fácil a nivel anatómico de la madera.

CONCLUSIONES

Este estudio permitió concluir que la anatomía de la madera es una herramienta potencial para la identificación de especies forestales a través de las características microscópicas de la madera, especialmente a través de sus características

cuantitativas. El tamaño de punteaduras intervascuales y el número de vasos por milímetro cuadrado son las dos características claves para diferenciar una especie de otra. De las tres especies analizadas, *I. guayusa* mostró la mayor diferencia significativa en sus características cuantitativas de vasos, radios y punteaduras. Por lo tanto, una pequeña muestra de madera es suficiente para diferenciar el tipo de *Ilex* que se está estudiando.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a las prácticas pre-profesionales de la Carrera de Ingeniería Forestal denominadas: “Caracterización anatómica de diferentes especies forestales de la Región Sur de Ecuador”. Igualmente agradecemos a los técnicos de laboratorio Andrés Armijos y Victoria Moncada, por su acertada asistencia técnica y administrativa en el desarrollo de la presente investigación.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Conceptualización: JRO, FAG y YRJ; metodología: DPC, JRO, FAG y YRJ; análisis formal: JRO, FAG y YRJ.; investigación: JRO, FAG y YRJ; recursos: DPC; curación de datos: JRO, FAG y YRJ; redacción — preparación del borrador original: JRO, FAG y YRJ; redacción — revisión y edición: JRO, FAG, YRJ, DPC y HZ; visualización: JRO, FAG, YRJ; supervisión: DPC y HZ; administración de proyecto: DPC; adquisición de financiamiento para la investigación: DPC. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Darwin Pucha-Cofrep: DPC. Jennifer Rodríguez Oviedo: JRO. Fanny Aguinsaca Gómez: FAG. Héctor Zhiñin: HZ. Yessica Rey Jumbo: YRJ.

FINANCIAMIENTO

El presente estudio fue financiado por la Dirección de investigaciones de la Universidad Nacional de Loja, a través del proyecto de investigación 21-DI-FARNR-2019: Impacto de las variaciones climáticas en la fijación de carbono en ecosistemas forestales al sur de Ecuador.

REFERENCIAS

- Aguirre, Z., Cerón, C., & Neil, D. (2013). Bosque siempreverde piemontano de las Cordilleras del Cóndor-Kutukú. In Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012 (Ed.), Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental (pp. 189–190). Ministerio del Ambiente del Ecuador.
- Andrews, S. (2021). Hollies: The Genus *Ilex*. Curtis's Botanical Magazine, 15(4), 285–289.
- Arias, S., & Terrazas, T. (2001). Variación en la anatomía de la madera de *Pachycereus pecten-aboriginum* (Cactaceae). Anales Del Instituto de Biología. Serie Botánica, 72(2), 157–169.
- Baas, P. (1973). The wood anatomical range in *Ilex* (Aquifoliaceae). Blumea, 21(2), 193–258.
- Barnett, J. R. (2012). Wood Science for Promoting Legal Timber Harvest. Botanical Journal of the Linnean So-

- ciety, 170(1), 139–140. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2012.01247.x>
- Feijoo, F. C. E., Ramón, A. D. D., & Pucha, C. D. A. (2019). Guía para cortes anatómicos de la Madera (EDILOJA Cía. Ltda). Universidad Nacional de Loja.
- GAD Parroquial Jimbilla. (2020). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Jimbilla 202-2023.
- GAD Parroquial Urdaneta. (2019). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Urdaneta.
- Hao, D., Gu, X., Xiao, P., Liang, Z., Xu, L., & Peng, Y. (2013). Research progress in the phytochemistry and biology of *Ilex pharmaceutical* resources. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 3(1), 8–19. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apsb.2012.12.008>
- IAWA. (1989). IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification by an IAWA Committee. *Kew Bulletin*, 46(2), 376. <https://doi.org/10.2307/4110625>
- Macmillan, H. F. (2012). *Tropical Gardening and Planting*. Vijitha Yapa Publications.
- Martin, H. A. (1977). The history of *Ilex* (Aquifoliaceae) with special reference to Australia: Evidence from pollen. *Australian Journal of Botany*, 25(6), 655–673. <https://doi.org/10.1071/BT9770655>
- Montaño, J., Rosillo, E., Zhiñin, H., & Pucha-Cofrep, D. (2019). Características anatómicas y propiedades físicas de la madera de *Ilex guayusa* Loes. *Bosques Latitud Cero*, 9(1), 31–45.
- Panshin, A., & Zeeuw, C. (1980). *Textbook of wood technology. Structure, identification, properties, and uses of the commercial woods of the United States and Canada* (4a. edición).
- Pérez, Á., Ganchozo, R., Romero, S., & Sánchez, M. (2019). Etnobotánica y etnofarmacología de *Ilex guayusa* en Ecuador: uso potencial de “wayusa” en Amazonía. *ResearchGate*.
- R Core Team. (2021). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (versión 4.1.2 (Bird Hippie)). R Foundation for Statistical Computing.
- Radice, M., & Vidari, G. (2007). Caracterización fitoquímica de la especie *Ilex guayusa* Loes. y elaboración de un prototipo de fitofármaco de interés comercial. *La Granja. Revista de Ciencias de La Vida*, 6, 3–11.
- Ticknor, R. L. (1986). Overview of commercial Production of Cut English Holly in the Pacific NorthWest. *Am. Hortic. Mag*, 10(1), 12–15.
- Wheeler, E. A., Baas, P., & Rodgers, S. (2007). Variations in dicot wood anatomy: A global analysis based on the insidewood database. *IAWA Journal*, 28(3), 229–258. <https://doi.org/10.1163/22941932-90001638>
- Zimmermann, M. (2013). *Estructura del xilema y ascenso de la savia* (Ciencia Springer & Medios comerciales (Ed.)).