

**Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso
en una parcela permanente en el bosque protector El Sayo, Loja,
Ecuador**

Zhofre Aguirre Mendoza

zhofre.aguirre@unl.edu.ec

Docente-Investigador de la Universidad Nacional de Loja, Ecuador

Fanny Orellana Orellana

fanny.m.orellana@unl.edu.ec

Ingeniera Forestal, Consultor privado, Loja, Ecuador

Nelson Jaramillo Díaz

nelson.jaramillo@unl.edu.ec

Técnicos del Herbario “Reinaldo Espinosa”, Loja, Ecuador

Jaime Peña Tamayo

jaime.pena@unl.edu.ec

Técnicos del Herbario “Reinaldo Espinosa”, Loja, Ecuador

Wilson Quizhpe Coronel

wr.quizhpec@uea.edu.ec

Docente-Investigador de la Universidad Estatal Amazónica, El Pangui, Ecuador

RESUMEN

Los bosques andinos son ecosistemas de alta y única diversidad florística. Se estudió un bosque montano localizado en la parroquia Santiago, con el objetivo de determinar la composición florística, estructura y endemismo del bosque. Se instaló una parcela permanente de una hectárea (10 000 m²), dividida en 25 subparcelas de 20 x 20 m, se inventarió todos los árboles \geq a 5 cm de D_{1,30 m}, se midió diámetro y altura. Se anido un transecto de 10 x 100 m, para el registró los árboles \geq 5 cm de D_{1,30 m} para obtener los perfiles estructurales del bosque. Se determinó el área basal, volumen por clases diamétricas y por especie, composición florística, parámetros estructurales: densidad relativa (DR), dominancia relativa (DmR), frecuencia relativa (FR) e índice de valor de importancia (IVI). Para el endemismo se comparó con el Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador. Se registró 1793 individuos que pertenecen a 68 especies dentro de 42 géneros en 33 familias. Se reporta un área basal de 24,71 m²/ha y volumen de 173,52

m³/ha. Según el índice de Shannon, la diversidad es media (3,39). Las especies con mayor IVI son: *Weinmannia latifolia*, *Ilex myricoides* y *Clusia alata*. La mayor cantidad de individuos se agrupan en las tres primeras clases diamétricas, reflejando una “J” invertida. Se registró siete especies endémicas *Geissanthus vanderwerffii*, *Hedyosmum purpurascens*, *Ocotea rotundata*, *Axinaea sclerophylla*, *Miconia hexamera*, *Symplocos fuscata* y *Miconia villonacensis*. El bosque mantiene la diversidad propia de los bosques andinos en procesos de recuperación.

Palabras clave: bosque montano, parcela permanente, parámetros estructurales, estructura del bosque, perfiles estructurales, endemismo

Floristic composition, structure and endemism of the woody component in a permanent plot in the protective forest El Sayo, Loja, Ecuador

ABSTRACT

The Andean forests are ecosystems of high and unique floristic diversity. A montane forest located in the Santiago parish was studied, in order to determine the floristic composition, structure and endemism of the forest. A permanent plot of one hectare (10,000 m²) was installed, divided into 25 subplots of 20 x 20 m, all trees ≥ 5 cm of D_{1.30} m were inventoried, diameter and height were measured. A 10 x 100 m transect was nested, for which trees ≥ 5 cm of D_{1.30} m were recorded to obtain the structural profiles of the forest. The basal area, volume by diameter classes and by species, floristic composition, structural parameters: relative density (RD), relative dominance (DmR), relative frequency (FR) and importance value index (IVI) were determined. For endemism, it was compared with the red book of Endemic Plants of Ecuador. A total of 1793 individuals, 68 species within 42 genera in 33 families were recorded. A basal area of 24.71 m² / ha and a volume of 173.52 m³ / ha are reported. According to the Shannon index, the diversity is medium (3.39). The species with the highest IVI are: *Weinmannia latifolia*, *Ilex myricoides* and *Clusia alata*. The largest number of individuals are grouped into the first three diameter classes, reflecting an inverted "J". Seven endemic species *Geissanthus vanderwerffii*, *Hedyosmum purpurascens*, *Ocotea rotundata*, *Axinaea sclerophylla*, *Miconia hexamera*, *Symplocos fuscata* and *Miconia villonacensis* were recorded. The forest maintains the diversity of the Andean forests in recovery processes

Keywords: montane forest, permanent plot, structural parameters, forest structure, structural profiles, endemism.

Artículo recibido: 05 de Abril 2021

Aceptado para publicación: 28 de Mayo 2021

Correspondencia: zhofre.aguirre@unl.edu.ec

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

INTRODUCCIÓN

Ecuador es uno de los 17 países megadiversos del mundo, los factores que determinan esta categorización son: la ubicación geográfica, la línea ecuatorial, la cordillera de los Andes, la depresión de Huancabamba, las corrientes marinas; y, lo que genera una extraordinaria diversidad genética, de especies y ecosistemas que proveen bienes y servicios para el sustento y desarrollo de la vida de los ecuatorianos (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2018).

El bosque andino o bosque montano es la franja de vegetación arbolada que se ubica sobre 2400 (2500) hasta 3000 m de altitud. Se caracteriza porque la mayoría de sus árboles presentan fustes retorcidos, con una altura máxima del dosel de 5 a 18 m, diámetros máximos de 40 cm y los árboles están cubiertos por abundantes epifitas: helechos, musgos, orquídeas, bromelias, situación que ayuda para que la humedad atmosférica alta reinante se convierta en precipitación horizontal (Lozano, 2015).

El bosque montano es conocido por la presencia de gran diversidad de flora y fauna nativa, en su mayoría endémica, en este ecosistema se encuentran de alrededor de 9 865 especies de plantas vasculares de todo el Ecuador (Cuesta et al., 2009). Los bosques montanos contienen una alta diversidad biológica especialmente florística (Kvist et al., 2006). Estos bosques tienen una importancia global por ser reservorios de biodiversidad y por sus excepcionales funciones de regulación hídrica, climática y mantenimiento de la calidad del agua (Cuesta *et al.*, 2009).

Los estudios de la vegetación de un bosque en particular, implica más que un inventario, ya que conocer la composición florística, estructura y endemismo permiten medir la diversidad e interpretar el estado real de conservación de la flora de un sector determinado, esta información permite conocer cómo funcionan los bosques y otros tipos de cobertura vegetal y se constituye en una herramienta para planificar y ejecutar su manejo (Aguirre, 2019).

En el Ecuador existen 202 Áreas de Bosque y Vegetación Protectores (ABVP) declaradas con el fin de conservar en su sitio importantes muestras de recursos biológicos, escénicos, genéticos, culturales (Ministerio de Ambiente, 2015). En las provincias de Loja y Zamora Chinchipe existen 20 bosques protectores que cumplen una importante función social, ecología y económica. En la parroquia Santiago existen 2 bosques protectores siendo uno de ellos El Bosque Protector El Sayo (ABVPES) de propiedad estatal, no existen

poblaciones humanas viviendo dentro del bosque, la finalidad de la declaratoria como bosque protector fue la de conservar la biodiversidad y mantener el recurso hídrico del cual se benefician comunidades vecinas utilizan para consumo humano y agrícola (CINFA et al., 2006).

Esta investigación se realizó con el propósito de determinar composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en una parcela permanente de 1 ha (100 m x 100 m); cuya información presente en este artículo servirá de base para trabajos sobre dinámica de especies y bosques andinos que permita planificar y promover su manejo sostenible.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en una parcela permanente de una hectárea dentro del bosque protector El Sayo, parroquia Santiago, cantón y provincia de Loja, cuenta con un área de 124 ha, posee un rango térmico que va de 12 a 14 °C. En la figura 1 se observa la ubicación del bosque protector El Sayo.

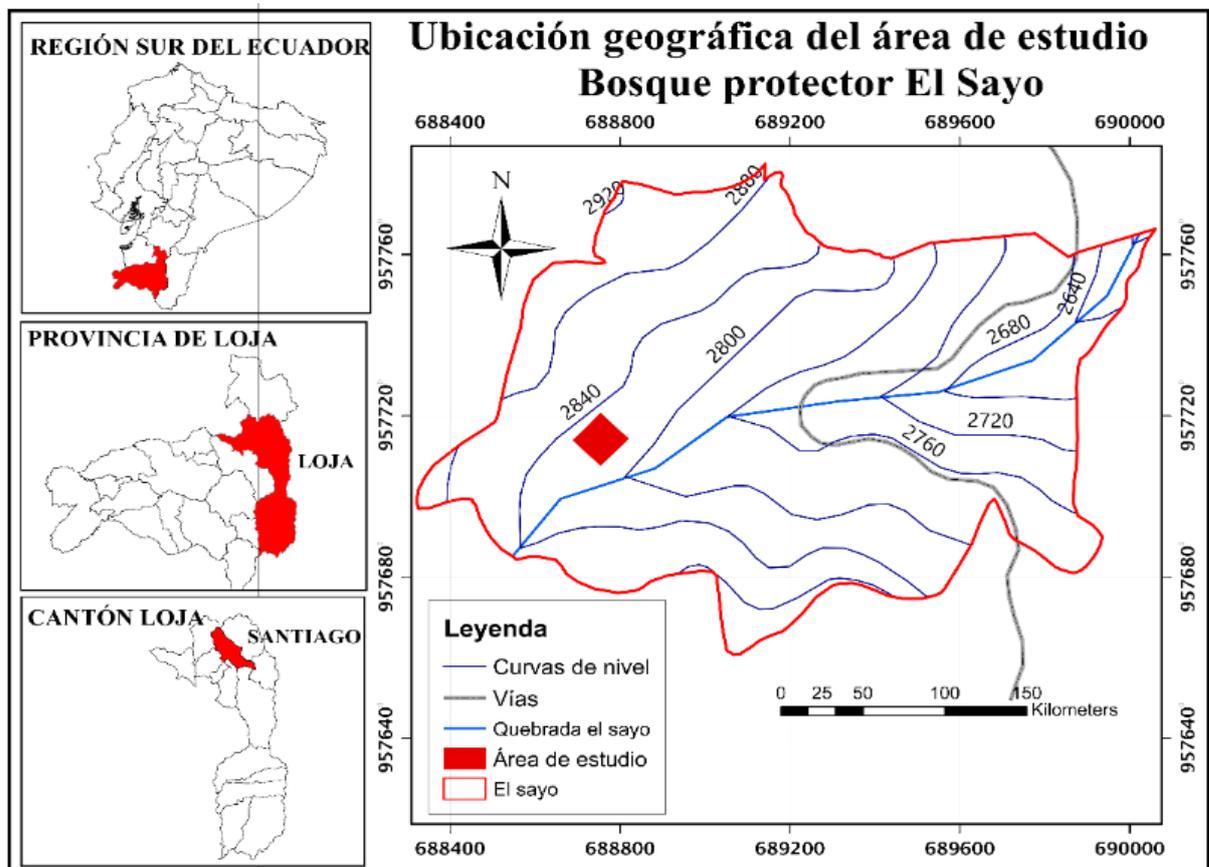


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

Unidad de muestreo

Se instaló una parcela permanente de una hectárea, luego se subdividió en 25 subparcelas de 20 x 20 m (400 m²). En las 25 parcelas se midió todos los individuos con diámetro \geq 5 cm de $D_{1,30\text{ m}}$; la altura total se midió utilizando el hipsómetro Sunnto. Cada individuo registrado se pintó de color rojo el diámetro del árbol donde se tomó la medida, también se colocó una placa de plástico a una altura de 1,45 m desde el suelo y en cada placa se marcó un código compuesto por una letra y un número (ej. A01, A02,...An). El marcaje, registro y colecta de los individuos leñosos siguió la metodología de Phillips et al. (2016), Aguirre (2019). Para la identificación de las especies, se colectó muestras botánicas fértiles de todas las especies, éstas fueron llevadas al Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja para su procesamiento e identificación botánica. Los nombres científicos siguen la nomenclatura científica internacional regida por el APG IV.

Determinación de los parámetros estructurales

Con los datos obtenidos se determinó los parámetros estructurales del bosque: densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), dominancia relativa (DmR), frecuencia (FR) e índice de valor de importancia (IVI). Para los cálculos se utilizó las fórmulas planteadas por Aguirre (2019) y Cerón (1993).

$$\text{Densidad absoluta (D)} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{Total de área muestreada}}$$

$$\text{Densidad relativa (DR) \%} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa (DmR) \%} = \frac{\text{Área basal de la especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia (Fr)} = \frac{\text{Número de cuadrantes en que esta la especie}}{\text{Número total de cuadrantes evaluados}} \times 100$$

$$\text{Índice valor de importancia (IVI)} = \text{DR} + \text{DmR} + \text{Fr} / 3$$

También se determinó la diversidad alfa, mediante el índice de Shannon, usando la fórmula propuesta por Aguirre (2019).

$$H' = -\sum (P_i)(\log N P_i)$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon

P_i = Proporción del número total de individuos que constituye la especie

Ln = Logaritmo natural

Determinación de parámetros dasométricos: área basal y volumen.

Se calculó el área basal y volumen por hectárea, usando las formulas comunes para estos cálculos

Área basal

Para determinar el área basal total se aplicó la fórmula:

$$G = (\text{DAP})^2 * 0,7854$$

Dónde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho o 1,30 m)

0,7854 = Constante

Volumen total

Para determinar el volumen total o cantidad de madera en metros cúbicos se consideró la altura total y DAP de todos los individuos medidos y se aplicó la fórmula:

$$V = G \times H \times f$$

Dónde:

G= Área basal

H= Altura total

f= Factor de forma promedio

El factor de forma se obtuvo agrupando diez clases diamétricas en base a los registros obtenidos en la parcela permanente. Para cada clase diamétrica se seleccionó aleatoriamente tres árboles y se midió en pie los diámetros de sección; con estos datos se aplicó la fórmula de Smalian para la cubicación:

$$Va = \frac{G_0 + G_1}{2} \times L_1 + \frac{G_1 + G_2}{2} \times L_2 + \frac{G_2 + \dots + G_n}{2} \times L_n$$

Donde:

Va = Volumen del árbol en pie en m³

G = Área basal de cada troza en m²

L = Longitud de la troza (1,50 m)

2 = Constante

Obtención de los perfiles vertical y horizontal

Dentro de la parcela permanente se trazó un eje en la mitad y se instaló un transecto de 10 x 100 m, aquí se midió la distancia a la que se encuentra cada árbol (0-100 m) y la distancia horizontal desde el eje (izquierda y derecha). Ya en el transecto (10 x 100 m) se

consideró los individuos con $D_{1,30\text{ cm}} \geq 5\text{ cm}$, se midió la altura del árbol, forma y diámetro de copa de cada individuo (Aguirre, 2019).

Endemismo

El endemismo de las especies encontradas y la categoría de conservación se determinó comparando las especies registradas en el estudio con las citadas en el Libro Rojo de las Especies Endémicas de Ecuador de León -Yáñez et al., (2011) y en la página web oficial de la lista roja de la UICN.

RESULTADOS

Diversidad florística

Se registraron 68 especies dentro de 42 géneros y 33 familias de los cuales, 47 son árboles y 38 arbustos. Las familias más diversas se muestran en la Figura 2. El índice de Shannon del componente leñoso del bosque montano es de 3,39 que es interpretado como una diversidad media.

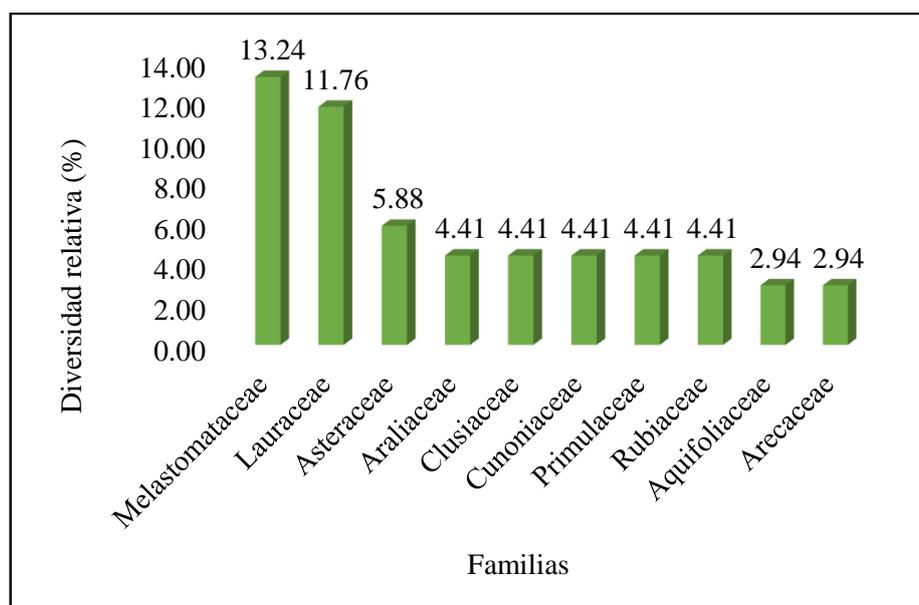


Figura 2. Diversidad relativa de las 10 familias más diversas del componente leñoso del bosque protector El Sayo, Loja

Parámetros estructurales del componente leñoso del bosque protector El Sayo

En la Tabla 1, se presentan los parámetros estructurales de las 10 especies representativas del componente leñoso del bosque protector El Sayo, en base al mayor Índice Valor de Importancia (IVI).

Tabla 1. Parámetros estructurales de las 10 especies principales del componente leñoso del bosque protector El Sayo, Loja

Nombre Científico	D (Ind/ha)	DR (%)	Fr (%)	DmR (%)	IVI al 100%
<i>Weinmannia latifolia</i> C. Presl.	239	13,33	4,95	27,03	15,10
<i>Ilex myricoides</i> Kunth	116	6,47	3,76	8,86	6,36
<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	140	7,81	3,96	6,88	6,22
<i>Hedyosmum purpurascens</i> Todzia	112	6,25	4,95	5,19	5,46
<i>Sciodaphyllum</i> sp.	92	5,13	4,75	4,28	4,72
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	84	4,68	4,55	2,96	4,07
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	69	3,85	3,37	2,84	3,35
<i>Miconia hexamera</i> Wurdack	63	3,51	3,37	2,59	3,16
<i>Cybianthus marginatus</i> (Benth.) Pipoly	67	3,74	2,97	2,21	2,97
<i>Symplocos bogotensis</i> Brand	64	3,57	2,77	1,95	2,76
Total general	1793	100	100	100	100

Nota: Densidad Absoluta (D); Densidad Relativa (DR); Frecuencia Relativa (FR); Dominancia Relativa (DmR); Índice de Valor de Importancia (IVI).

Las especies abundantes del bosque protector El Sayo son: *Weinmannia latifolia* con una densidad de 239 ind/ha; seguida de *Clusia alata* con 140 ind/ha; *Ilex myricoides* con 116 ind/ha y *Hedyosmum purpurascens* con 112 ind/ha.

Las especies con mayor frecuencia en la parcela permanente del bosque protector El Sayo son: *Weinmannia latifolia*, *Clusia alata* con una frecuencia 4,95 %; seguida de *Sciodaphyllum* sp con 4,75 %; *Myrsine andina* con 4,55 %, *Ilex myricoides* con 3,76 % y *Miconia obscura*, *Miconia hexámera* con 3,37 %.

Las especies dominantes del bosque protector El Sayo son: *Weinmannia latifolia* con 27,03 %; seguida de *Ilex myricoides* con 8,86 %, *Clusia alata* con 6,88 % y *Hedyosmum purpurascens* con 5,19 %.

Las especies ecológicamente importantes del bosque protector El Sayo resultaron ser: *Weinmannia latifolia* con 15,10 %, *Ilex myricoides* con 6,33 %, *Clusia alata* con 6,22 % y *Hedyosmum purpurascens* con 5,46 %. Mientras que las especies con menor IVI son: *Palicourea jaramilloi*, *Persea caerulea*, *Roupala ferruginea* con 0,10% cada una y *Styrax* sp.2, *Ceroxylon parvum*, *Chromolaena* sp, *Citharexylum* sp, *Dendropanax* sp, *Roupala ferruginea* con un 0,09 %.

Parámetros dasométricos

Las 68 especies registradas en el componente leñoso suman un área basal de 24,718 m²/ha y un volumen de 173,52 m³/ha. La especie con mayor área basal y volumen (con 239

ind/ha) es *Weinmannia latifolia* con 6,682 m²/ha y 55,416 m³/ha respectivamente; seguida de *Ilex myricoides* con 116 ind/ha que presentó un área basal de 2,18 m²/ha y un volumen de 16,84 m³/ha; *Clusia alata* (140 ind/ha) tiene un área basal de 1,70 m²/ha y volumen de 10,94 m³/ha (Tabla 2).

Tabla 2. Densidad, área basal y volumen por hectárea, de las 10 especies en el componente leñoso del bosque protector El Sayo, Loja

Nombre Científico	Familia	D Ind/ha	G m ² /ha	V m ³ /ha
<i>Weinmannia latifolia</i> C. Presl.	Cunoniaceae	239	6,68	55,42
<i>Ilex myricoides</i> Kunth	Aquifoliaceae	116	2,19	16,85
<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	Clusiaceae	140	1,70	10,94
<i>Hedyosmum purpurascens</i> Todzia	Chloranthaceae	112	1,28	7,89
<i>Sciodaphyllum</i> sp.	Araliaceae	92	1,06	7,25
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	Primulaceae	84	0,73	4,70
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	Melastomataceae	69	0,70	4,29
<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth	Cunoniaceae	42	0,70	5,24
<i>Miconia hexamera</i> Wurdack	Melastomataceae	63	0,64	4,06
<i>Cybianthus marginatus</i> (Benth.) Pipoly	Primulaceae	67	0,55	3,29
Total		1793	24,72	173,53

Nota: Densidad Absoluta (D); Área Basal (G); Volumen (V)

En la Tabla 3 se presentan los resultados del agrupamiento de los individuos del componente leñoso, distribuidos en 10 clases diamétricas, reflejando la variación diamétrica de los 1793 individuos.

Tabla 31. Clases diamétricas del componente leñoso, de las especies registradas en el bosque protector El Sayo, Loja

Clases diamétricas	Clases diamétricas (DAP/cm)	D (Ind/ha)	G (m ² /ha)	V (m ³ /ha)
1	5 - 10,61	983	4,5858	22,1242
2	10,62 - 16,23	472	6,3882	40,3555
3	16,24 - 21,84	201	5,4420	39,7091
4	21,85 - 27,44	86	3,9539	31,3264
5	27,45 - 33,05	38	2,6484	23,1616
6	33,06 - 38,66	9	0,9190	8,4084
7	38,67 - 44,27	2	0,2754	2,5253
8	44,28 - 49,88	0	0	0
9	49,89 - 55,49	1	0,2127	2,4889
10	55,50 - 61,10	1	0,2930	3,4287
	Total	1793	24,72	173,53

Nota: D = Árboles que ingresan en cada clase diamétrica; G= área basal, V=Volumen
El mayor volumen se presenta en la clase 2 con 40,35 m³/ha, con el agrupamiento de 69 individuos de *Weinmannia latifolia*; seguido de la clase 1 con 22,12 m³/ha, con dominio de *Weinmannia latifolia* con 57 individuos, *Clusia alata* con 78 individuos y *Ilex myricoides* con 49 individuos, que son las especies que presentan mayor volumen.

Estructura diamétrica

Las especies del componente leñoso del bosque protector El Sayo, presenta una tendencia en forma de “J” invertida. En las dos primeras clases diamétrica se registra el mayor número de individuos por hectárea (983 ind/ha), que representa el 81,15 % del total de los individuos registrados, lo que demuestra que es un bosque en proceso de crecimiento. En la clase diamétrica 7 se registra dos individuos por hectárea que representa el 0,11 %; en la clase 8 no se registra ningún individuo y en las clases 9 y 10 se registra un individuo por clase diamétrica, estos árboles maduros corresponden a *Weinmannia latifolia* y *Hieronyma macrocarpa* (Figura3).

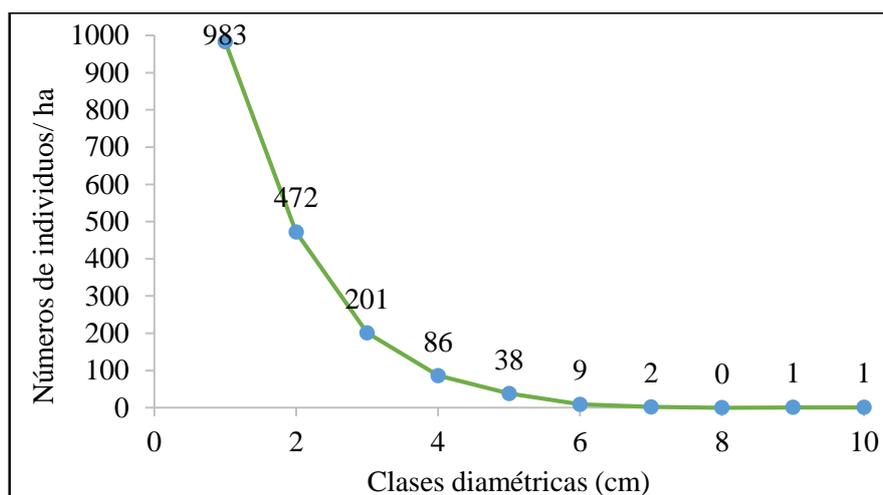


Figura 3. Estructura diamétrica del componente leñoso, de las especies registradas en el bosque protector El Sayo, Loja

Perfiles estructurales del componente leñoso del bosque protector El Sayo

En el perfil horizontal del componente leñoso del bosque se observan individuos agrupados, visualizando enredo entre copas y grandes claros dentro del bosque, esto indica la dispersión de las especies en la parcela permanente. *Podocarpus oleifolius*, *Weinmannia latifolia*, *Sciodaphyllum* sp., *Weinmannia latifolia*, *Myrsine andina*, *Miconia hexamera*, *Inga* sp., *Clusia alata*, *Clusia latipes*, *Ocotea rotundata* y *Ilex myricoides* presentan diámetros de copa mayor.

El perfil vertical asocia los individuos arbóreos en tres grupos: Los dominantes (\geq a 14 m de altura), en los que se registraron 9 individuos donde sobresalen: *Inga* sp, *Weinmannia latifolia*, *Hieronyma macrocarpa*. Los codominantes (9 a 14 m de altura), se registraron 81 individuos, prevaleciendo: *Weinmannia latifolia*, *Sciodaphyllum* sp., *Miconia hexamera*, *Clusia alata*. Y el estrato dominado (\leq a 8 m de altura), registrándose 37 individuos, destacándose: *Hesperomeles obtusifolia*, *Miconia hexamera* y *Critoniopsis pycnantha* (Tabla 4).

Tabla 4. Estratos típicos del bosque seco de la provincia de Loja. HT: altura total promedio.

Estrato (altura m)	Especies indicadoras en base a la frecuencia y abundancia	Familia	HT Promedio (m)
Dominante \geq 14 m	<i>Weinmannia latifolia</i>	Cunoniaceae	15
	<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	15
	<i>Hieronyma macrocarpa</i>	Phyllanthaceae	14
	<i>Weinmannia elliptica</i>	Cunoniaceae	13
	<i>Podocarpus oleifolius</i>	Podocarpaceae	14
	<i>Sciodaphyllum</i> sp	Araliaceae	13
	<i>Ocotea rotundata</i>	Lauraceae	15
Codominante 8 - 14 m	<i>Weinmannia latifolia</i>	Cunoniaceae	14
	<i>Sciodaphyllum</i> sp.	Araliaceae	8
	<i>Miconia hexamera</i>	Melastomataceae	11
	<i>Clusia alata</i>	Clusiaceae	10
	<i>Clusia latipes</i>	Clusiaceae	9
	<i>Miconia obscura</i>	Melastomataceae	8
	<i>Myrsine andina</i>	Primulaceae	8
Dominado 4 - 8 m	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> ,	Rosaceae	6
	<i>Miconia hexamera</i>	Melastomataceae	4
	<i>Critoniopsis pycnantha</i>	Asteraceae	4
	<i>Cyathea straminea</i>	Cyatheaceae	4
	<i>Ilex amboroica</i>	Aquifoliaceae	4
	<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Rosaceae	4
	<i>Miconia villonacensis</i>	Melastomataceae	6

Endemismo del componente leñoso del bosque protector El Sayo

En la Tabla 5 se presenta las especies del bosque que resultaron ser endémicas, éstas son: *Axinaea sclerophylla*, *Miconia hexamera*, *Miconia villonacensis* (Melastomataceae)

Hedyosmum purpurascens (Chloranthaceae), *Ocotea rotundata* (Lauraceae), *Geissanthus vanderwerffii* (Primulaceae) y *Symplocos fuscata* (Symplocaceae).

Tabla 52. Especies endémicas registradas en el componente leñoso del bosque protector El Sayo, Loja, con su respectiva categoría de conservación.

Nombre científico	Familia	Categoría de conservación
<i>Hedyosmum purpurascens</i> Todzia	Chloranthaceae	VU b1ab(iii)
<i>Ocotea rotundata</i> van der Werff	Lauraceae	VU b1ab(iii)
<i>Axinaea sclerophylla</i> Triana	Melastomataceae	VU b1ab(iii)
<i>Miconia hexamera</i> Wurdack	Melastomataceae	VU b1ab(iii)
<i>Miconia villonacensis</i> Wurdack	Melastomataceae	EN b1ab(iii)
<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	Primulaceae	NT
<i>Symplocos fuscata</i> B. Ståhl	Symplocaceae	VU b2ab(iii)

Nota: Categorías de conservación según UICN: VU = Vulnerable; EN = En peligro; NT = Casi amenazada

Hedyosmum purpurascens, *Ocotea rotundata*, *Axinaea sclerophylla*, *Miconia hexamera*, *Symplocos fuscata* son consideradas especies vulnerables, están enfrentando un riesgo alto de extinción en estado silvestre, debido a la distribución geográfica y área de ocupación, además de la destrucción del hábitat.

Miconia villonacensis está considerada en peligro por la fragmentación del hábitat, especialmente durante los últimos 50 años, sus principales amenazas son la deforestación, ampliación de la frontera agrícola. *Geissanthus vanderwerffii* es considerada especie casi amenazada, actualmente, que significa que puede calificar a En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable, es un taxones de amplia distribución.

DISCUSIÓN

Composición florística del componente leñoso del bosque protector El Sayo

La composición florística del componente leñoso del bosque es de 68 especies, diversidad florística casi similar a lo reportado por Aguirre et al. (2017) en una parcela permanente de una hectárea en el bosque montano en la hoya de Loja, que reportan 45 especies de 39 géneros y 29 familias; y a lo reportado por Aguirre et al. (2021) en el bosque Huashapamba reportándose 54 especies dentro de 39 géneros en 27 familias. Y es bajo comparado a lo reportado por Lozano et al. (2009) en dos parcelas permanentes de una hectárea del bosque nublado de las reservas Tapichalaca y Numbala; respecto a

Tapichalaca: reportan 86 especies, 55 géneros y a 30 familias, mientras que en la reserva Numbala registraron 171 especies, 84 géneros y 44 familias. Al comparar con los datos de Sánchez y Rosales (2002) en una parcela permanente de una hectárea en el bosque nublado del Parque Nacional Podocarpus, sector Cajanúma, que registran 80 especies comprendidas en 30 familias y 47 géneros, que significa que la diversidad del bosque de Santiago en comparación con estos estudios es baja, porque es un remanente boscoso alterado y en proceso de recuperación.

El índice de Shannon muestra que el componente leñoso del bosque protector El Sayo presenta un valor de 3,39 que significa que la diversidad es media, esto es corroborado por Aguirre et al. (2021) en el bosque Huashapamba que reportan un valor de 3,16 interpretando como diversidad media, lo que demuestra la importancia del bosque protector El Sayo para la conservación de la diversidad florística en la región Sur del Ecuador.

Las familias más diversas en el bosque protector El Sayo son: Melastomataceae, Lauraceae, Asteraceae, Araliaceae, Clusiaceae, Cunoniaceae, Primulaceae, Rubiaceae, Aquifoliaceae, Arecaceae, resultados semejantes a lo reportado por Aguirre et al. (2017) quienes registran a: Rubiaceae, Araliaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Primulaceae, Lauraceae, Proteaceae, Clusiaceae y Rosaceae; igualmente a Aguirre et al. (2021) que reporta a Melastomataceae, Asteraceae, Solanaceae, Clethraceae, Cunoniaceae, Myrsinaceae, Symplocaceae, Araliaceae, Boraginaceae, Clusiaceae. Según estos estudios las familias sobresalientes en los bosque montanos son: Melastomataceae, Asteraceae, Lauraceae y Solanaceae.

Parámetros dasométricos del componente leñoso del bosque protector El Sayo

Se registró un área basal 24,72 m²/ha y volumen 173,52 m³/ha, resultados diferentes a los reportados por Aguirre et al. (2017) en el bosque montano de la hoya de Loja, donde registran 16,88 m²/ha y volumen 77,57 m³/ha, la diferencia de volumen y área basal se debe a que en Santiago existe mayor números de individuos; además, diámetros entre 30 cm a 60 cm y alturas máximas de 18 m, mientras el bosque montano de la hoya de Loja solo un individuo alcanzó 58,25 cm de DAP y la altura máxima de 13,5 m. Aguirre et al. (2021) en el bosque Huashapamba reporta un área basal de 30,24 m²/ha, y volumen de 215,86 m³/ha valores superiores a los del bosque se Santiago, debido posiblemente a la madurez de la masa forestal.

Estructura diamétrica del componente leñoso del bosque protector El Sayo

Las primeras 3 clases diamétricas agrupan el 92,6 % del total de los individuos, demostrando así que el bosque está formado por árboles delgados en crecimiento; en cambio en las 7 últimas clases diamétricas solo el 3,94 %; en cuanto a las últimas clases 9 y 10 están constituidos por un solo individuo de *Hieronyma macrocarpa* y *Weinmannia latifolia*, que ya han alcanzado su madurez, resultando una distribución diamétrica del bosque en forma de “J” invertida, situación que es corroborada por Aguirre et al. (2017), en el bosque montano de la hoya de Loja, en el cual muestra una estructura diamétrica similar a la “J” invertida típica de bosques andinos; de la misma manera Lozano et al. (2009) y Aguirre et al. (2021) confirma una distribución diamétrica en forma de “J” invertida que es característica de los bosques andinos, corresponde indicar que la comunidad estudiada es autoregenerativa, dado que existen alta concentración de individuos en las clases menores con reducción acentuada en las mayores.

Perfiles estructurales del componente leñoso del bosque protector El Sayo

En el perfil horizontal del componente leñoso del bosque, se observa árboles dispersos que muestra una estructura con enmarañamientos de copas y grandes claros del bosque, productos de aprovechamientos forestales anteriores, esta característica es corroborada con los resultados reportados por Aguirre et al. (2017), Aguirre et al. (2021) en ecosistemas similares. En el perfil vertical se observa tres estratos claramente definidos: dominante, codominante y dominado; resultados similares son reportados por Aguirre et al. (2017) y Aguirre et al. (2021), en estos estudios también existe un patrón de dominio de individuos en los estratos codominantes y dominados.

Parámetros estructurales del componente leñoso del bosque protector El Sayo

Las especies con mayor abundancia del componente leñoso del bosque son: *Weinmannia latifolia*, *Ilex myricoides*, *Clusia alata* y *Hedyosmum purpurascens*, que difiere a lo reportado por Aguirre et al. (2017) en el bosque montano de la hoya de Loja que registran a *Palicourea amethystina*, *Phenax laevigatus*, *Clethra revoluta* y *Hedyosmum scabrum*; por otro lado Aguirre et al. (2021) en una parcela permanente en el bosque Huashapamba registra a *Cyathea caracasana*, *Clethra revoluta*, *Hedyosmum scabrum*; mientras que Lozano et al. (2009) para Tapichalaca indica como abundante a *Retrophyllum rospigliosii*, *Prumnopitys harmsiana* y *Hieronyma asperifolia*, lo cual indica que estos resultados difieren a los del presente estudio.

Las especies reportadas como más frecuentes del componente leñoso del bosque son: *Weinmannia latifolia*, *Hedyosmum purpurascens*, *Sciodaphyllum* sp; resultados que

difieren con lo reportado por Aguirre et al. (2017) que menciona a *Palicourea amethystina*, *Siparuna muricata* y *Phenax laevigatus* como frecuentes; y, Aguirre et al. (2021) que indican a *Cyathea caracasana* y *Solanum goniocaulon*.

Las especies con mayor dominancia relativa del componente leñoso del bosque son: *Weinmannia latifolia*, *Ilex myricoides* y *Clusia alata*; diferentes a lo reportado por Aguirre et al. (2017) que reportan a *Clethra revoluta*, *Alnus acuminata* y *Palicourea amethystina* y Aguirre et al. (2021) que registran a *Cyathea caracasana* y *Clethra revoluta*, pese a ser ecosistemas similares, las especies dominantes son distintas.

Las especies con mayor IVI del bosque son: *Weinmannia latifolia*, *Ilex myricoides*, *Clusia alata* y *Hedyosmum purpurascens*, diferentes a las reportadas por Aguirre et al. (2017) que menciona a *Alnus acuminata*, *Palicourea amethystina*, *Phenax laevigatus* y *Clethra revoluta*. Así mismo Aguirre et al. (2021) muestran que las especies ecológicamente importantes en Huashapamba son: *Cyathea caracasana*, *Clethra revoluta* y *Hedyosmum scabrum*. Por otro lado, Lozano et al. (2009) mencionan a *Ficus insípida* como la especie con mayor IVI en Tapichalaca y en la parcela de Numbala las especies ecológicamente más importantes son: *Retrophyllum rospigliosii*, *Prumnopitys hamsiana*, lo cual ratifica que no existe similitud de especies ecológicamente importantes aunque se trate de ecosistemas similares.

Endemismo del componente leñoso del bosque protector El Sayo

Se registran siete especies endémicas según el libro rojo de las especies endémicas del Ecuador (Leon-Yañez *et al.*, 2011), demostrando que el bosque montano de Santiago es refugio de especies endémicas del país, seis árboles y un arbusto, esto es importante ya que permitirá justificar la conservación de la diversidad biológica del bosque protector El Sayo, muy cercano a Loja; datos comparables con lo reportado por Aguirre et al. (2021) en el bosque Huashapamba que identifica seis especies endémicas, de las cuales dos son comunes a los dos bosques: *Miconia hexamera* y *Axinaea sclerophylla*.

Según Aguirre (2015) las especies endémicas: *Miconia hexamera*, *Axinaea sclerophylla*, *Geissanthus vanderwerffii*, *Symplocos fuscata*, *Hedyosmum purpurascens* y *Ocotea rotundata* presentan un endemismo nacional, es decir que son especies que se pueden encontrar en diferentes provincias del Ecuador, mientras que *Miconia villonacensis* presenta endemismo local, ya que es una especie de distribución restringida.

CONCLUSIONES

En el componente leñoso del bosque de Santiago se registraron 68 especies dentro de 42 géneros en 33 familias; siendo 47 especies árboles con 1326 individuos y 21 especies arbustos con 467 individuos. Las familias más diversas son: Melastomataceae con 9 especies, Lauraceae con 8 especies y Asteraceae con 4 especies.

En el bosque protector El Sayo, las especies suman un área basal de 24,71 m²/ha, y volumen de 173,52 m³/ha. Las especies con mayor área basal y volumen son: *Weinmannia latifolia*, 6,682 m²/ha y 55,416 m³/ha, seguida de *Ilex myricoides* con 2,18 m²/ha y volumen de 16,84 m³/ha.

Las especies ecológicamente importantes del componente leñoso del bosque son: *Weinmannia latifolia*, con el valor más alto en densidad y dominancia es decir es la especie que está distribuida en toda la parcela permanente, seguido de *Ilex myricoides* y *Clusia alata*.

La mayoría de individuos se agrupan en las tres primeras clases diamétricas, por lo cual su estructura diamétrica refleja una “J” invertida, que se da por la abundancia de individuos delgados y pocos árboles de gran tamaño dispersos; lo que demuestra que el bosque estudiado se encuentra en proceso de desarrollo hacia etapas de crecimiento y productividad vegetal más avanzadas.

Este remanente boscoso andino, guarda una interesante muestra de flora andina típica, conserva su estructura y es el hábitat de siete especies endémicas, una en la categoría casi amenazada *Geissanthus vanderwerffii*, cinco vulnerables: *Hedyosmum purpurascens*, *Ocotea rotundata*, *Axinaea sclerophylla*, *Miconia hexamera*, *Symplocos fuscata* y una en peligro *Miconia villonacensis*, por ende se justifica la necesidad de conservar este bosque como uno de los mejores y últimos remanentes boscosos existentes en la parroquia Santiago y sur e Ecuador.

Contribución de autores

Zhofre Huberto Aguirre Mendoza: Concepción de la idea, búsqueda y revisión de literatura, confección de instrumentos, análisis de información, elaboración y revisión de la versión final del artículo,

Fanny Orellana Orellana: Búsqueda y revisión de literatura, aplicación de instrumentos, recopilación de la información en los instrumentos aplicados, elaboración de tablas y figuras, redacción de la primera versión del manuscrito.

Nelson Jaramillo y Jaime Peña: apoyaron en la identificación de muestras botánicas y apoyo logístico, revisión del artículo.

Wilson Quizhpe Coronel: Apoyo a los análisis y revisión de la versión final del artículo.

BIBLIOGRAFÍA

Aguirre Z., Reyes, B., Quizhpe, W. y Cabrera, A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa* 24 (2): 543-556.
<http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24206>

Aguirre Z. (2019). *Métodos para medir la Biodiversidad*. Primera Edición. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. ISBN: 978-9942-36-127-1

Aguirre, Z., Cango, L., y Quizhpe, W. (2021). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque Huashapamba, Loja, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 9(1), 1-16.

Amores, L. (2011). *Evaluación de la Estructura Vegetal de un Bosque muy Húmedo Pre Montano en Guasaganda*. (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral), Guayaquil, Ecuador.

Cerón, M. (1993). *Manual de botánica ecuatoriana, sistemática y métodos de estudio en el Ecuador*. Ediciones Abya – Ayala. Quito, Ecuador.

CINFA-Herbario Reinaldo Espinosa, Universidad Nacional de Loja. (2006). *Estado de conservación áreas protegidas y bosques protectores de Loja y Zamora Chinchipe y perspectivas de intervención*. Loja- Ecuador

Cuesta, F., Peralvo, M., y Valarezo, N. (2009). *Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a efectos del cambio climático*. Serie investigación y Sistematización #5. Programa Regional ECOBONA INTERCOOPERATION

Kvist, L. P., Aguirre M, Z., y Sánchez T, O. (2006). *Bosques montanos bajos occidentales en Ecuador y sus plantas útiles*. La Paz: Botánica Económica de los Andes Centrales Universidad

Mayor de San Andrés. *Botánica Económica de Los Andes Centrales*.

León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., y Navarrete, H. (2011). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. PUCE. Quito Ecuador

Lozano, D., y Yaguana, C. (2009). *Composición florística, estructura y endemismo del*

bosque nublado de las reservas naturales: Tapichalaca y Numbala, cantón Palanda, ZamoraChinchipec. (Tesis de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja), Loja, Ecuador.

- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito. Ministerio del Ambiente. (2015). Bosques Protectores. <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/content/bosques-protectores>
- Phillips, O., Baker, T., Feldpausch, T. Y Brien, R., (2016). Manual de Campo para el Establecimiento y la Remedición de Parcelas [en línea]. Perú: RAINFOR. http://www.rainfor.org/upload/ManualsSpanish/Manual/RAINFOR_field_manual_version2016_ES.pdf.
- Sánchez, O., & Rosales, E. (2002). Dinámica poblacional en el bosque 200 nublado del Parque Nacional Podocarpus, sector Cajanuma. (Tesis de grado, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja), Loja, Ecuador
- Uday, M. (2003). *Distribución florística del bosque de neblina montano en el sector Tapichalaca, cantón Palanda*. (Tesis de grado, Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja), Loja, Ecuador