



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad de Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Forestal

Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo, considerando la gradiente altitudinal en el sector Villonaco, cantón Loja, provincia de Loja

Trabajo de Titulación previo a la obtención del Título de Ingeniera Forestal

AUTORA:

Lilian Aracely Ulloa Cartuche

DIRECTOR:

Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza Ph.D.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 10 de enero de 2023

Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza Ph. D

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo, considerando la gradiente altitudinal en el sector Villonaco, cantón Loja, provincia de Loja**, previa a la obtención del título de Ingeniera Forestal, de la autoría de la estudiante Lilian Aracely Ulloa Cartuche, con cédula de identidad Nro. 1104851173, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Zhofre Huberto Aguirre Mendoza Ph.D

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Lilian Aracely Ulloa Cartuche**, declaro ser autora del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido de la misma. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lilian Aracely Ulloa Cartuche', enclosed in a blue oval.

Firma:

Cédula de Identidad: 1104851173.

Fecha: 07 de septiembre de 2023

Correo electrónico: lilian.ulloa@unl.edu.ec

Celular: 0982626463

Carta de autorización por parte de la autora, para la consulta, reproducción parcial o total y publicación electrónica de texto completo, del Trabajo de Titulación.

Yo, **Lilian Aracely Ulloa Cartuche**, declaro ser autora del Trabajo de Titulación denominado: **“Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo, considerando la gradiente altitudinal en el sector Villonaco, cantón Loja, provincia de Loja”**, como requisito para optar por el título de **Ingeniera Forestal**, autorizo al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los quince días del mes de septiembre del año dos mil veintitrés.



Firma:

Autora: Lilian Aracely Ulloa Cartuche.

Cédula: 1104851173

Dirección: Esteban Godoy

Correo electrónico: lilian.ulloacartuche@gmail.com

Celular: 0982626463

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Zhofre Aguirre Mendoza PhD.

Dedicatoria

A Dios por brindarme sabiduría y fuerza para seguir adelante a pesar de las adversidades, Al infinito apoyo y sabios consejos de mis padres **Rita Cartuche** y **Jorge Ulloa** con principios de amor y sabiduría, a mis queridos hermanos y en especial a **Maribel** que sea convertido en la fuente de mi aspiración y motivo de superación por su apoyo en cada momento de mi vida, a **Franklin** y **Maikel Jiménez** quienes han sido un apoyo incondicional y han tenido que suministrar paciencia en el transcurso del proceso universitario, sacrificando nuestro tiempo para compartir en familia y por el gran apoyo económico brindado para que la presente investigación siga su curso, es por ello que mi Trabajo de Titulación es en honor a ellos.

A mis amigas incondicionales **Allison Jaramillo**, **Gabriela Pinta** y **Susana Espinosa** quienes cada día intercambiaban sus conocimientos en los buenos momentos, en las situaciones difíciles, fueron el soporte para continuar, las llevo en mi corazón galácticas.

Lilian Aracely Ulloa Cartuche.

Agradecimiento

Expreso mi sincero agradecimiento a quienes contribuyeron para que este Trabajo de Titulación sea posible.

A la Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y Recursos Naturales Renovables a la carrera de Ingeniería Forestal a su planta docente y administrativa, donde adquirí las bases teóricas y prácticas fundamentales que han contribuido en mi formación profesional.

Así mismo un profundo agradecimiento al **Ing. Zhofre Aguirre Mendoza** director del Trabajo de Titulación, por su espacio dedicado para el desarrollo de la presente investigación.

Al Herbario Reinaldo Espinoza por su apoyo científico y a su personal técnico. Ing. **Nelson Jaramillo** por su colaboración incondicional y por su amistad prestada en cada momento del desarrollo de esta investigación.

Finalmente, a todos mis familiares, amigos y compañeros quienes en el transcurso del desarrollo del presente trabajo estuvieron ahí con su apoyo moral y a todas las personas que hicieron posible la culminación de esta investigación.

Lilian Aracely Ulloa Cartuche.

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de Tablas	xi
Índice de Figuras	xii
Índice de Anexos	xiv
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
4. Marco teórico	7
4.1. Importancia de los bosques	7
4.2. Tipo de bosques existentes al sur del Ecuador	7
4.3. Ecosistemas existentes en el sector Villonaco	8
– Bosque siempreverde montano alto del Catamayo-Alamor (BsAn04)	8
– Arbustal siempreverde montano del Sur de Los Andes (AsMn02)	9
– Herbazal del Páramo (HsSn02)	9
4.4. Cobertura vegetal	9
4.5. Importancia de la cobertura vegetal	10
4.6. Caracterización de la vegetación	11

4.6.1. Composición florística de la vegetación	11
4.6.2. Estructura diamétrica.....	12
4.6.3. Estructura de la vegetación.....	12
– Densidad absoluta (D).....	13
– Densidad relativa (Dr).....	13
– Dominancia relativa (DmR)	13
– Frecuencia relativa	14
– Índice de valor de importancia (IVI).....	14
4.7. Diversidad vegetal.....	14
4.7.1. Diversidad Alfa	14
4.7.2. Diversidad Beta	16
– Índice de similitud de Sorensen	16
– Índice de similitud de Jaccard (Ij).....	17
– Índice de similitud de Sorensen (Iss).....	17
4.8. Endemismo.....	17
4.8.1. Tipos de endemismo.....	18
4.8.2. Criterios para nombrar una especie como endémica.....	18
4.8.3. Categorías de conservación de la UICN.....	18
4.9. Estudios similares de estructura y composición florística en el sur de Ecuador	19
5. Metodología.....	22
5.1. Ubicación política del área de estudio.....	22
5.2. Determinación de la composición florística y estructura de la vegetación	23
5.2.1. Selección del área de estudio.....	23
5.2.2. Definición del gradiente altitudinal para considerar las zonas de muestreo en el sector Villonaco.....	23

5.2.3.	Delimitación e instalación de las parcelas en el área de estudio	24
5.2.4.	Recolección de datos de campo.....	25
5.2.5.	Análisis de los datos colectados	26
–	Índice de diversidad de Shannon-Wiener.....	27
–	Índice de diversidad Simpson	27
–	Índice de Equitatividad de Pielou.....	28
–	Índice de similitud de Sorensen	28
–	Índice de similitud de Sorensen (Iss)	29
5.3.	Difusión de los resultados de la investigación	29
6.	Resultados	30
6.1.	Estructura y composición florística en el sector Villonaco, considerando la gradiente altitudinal.....	30
6.1.1.	Composición florística en el gradiente altitudinal 2 500 m s.n.m., cobertura matorral	30
–	Componente arbóreo dentro del bosque.....	34
–	Curva de acumulación de especies del componente arbóreo	36
–	Componente arbustivo dentro del bosque	36
–	Curva de acumulación de especies del componente arbustivo.....	38
–	Componente herbáceo dentro del bosque.....	39
–	Curva de acumulación de especies del componente herbáceo	41
–	Curva de acumulación de especiesden Páramo.....	44
6.1.2.	Diversidad Alfa	45
6.1.3.	Similitud de las especies encontradas en los tipos de vegetación estudiados	45
6.1.4.	Parámetros estructurales de la vegetación del cerro Villonaco	46
–	Componente arbustivo dentro de matorral	46

–	Componente herbáceo dentro del matorral	47
–	Componente arbóreo dentro del bosque	48
–	Componente arbustivo dentro del bosque	49
–	Componente herbáceo dentro del bosque.....	50
6.1.5.	Parámetros dasométricos y volumétricos del componente arbóreo del bosque montano sector Villonaco.....	52
–	Área basal y volumen por especie.....	52
–	Estructura diamétrica del componente arbóreo del bosque montano.....	53
6.2.	Endemismo de las especies vegetales presentes en el sector Villonaco.....	53
6.3.	Difusión de los resultados	54
7.	Discusión.....	56
7.1.	Composición florística del matorral	56
7.2.	Composición florística de bosque montano	56
7.3.	Composición florística de páramo.....	57
7.4.	Diversidad específica (Alfa).....	57
7.5.	Similitud de la composición florística en las gradientes altitudinales (Diversidad Beta)	58
7.6.	Parámetros estructurales de la vegetación de matorral	58
7.7.	Parámetros estructurales de la vegetación del bosque.....	58
7.8.	Parámetros estructurales de la vegetación de páramo	59
7.9.	Parámetros dasométricos del componente arbóreo del bosque montano sector Villonaco	59
–	Estructura diamétrica.....	59
–	Área basal y volumen	60
7.10.	Endemismo de las especies vegetales presentes en el sector Villonaco.....	60

8.	Conclusiones.....	61
9.	Recomendaciones.....	62
10.	Bibliografía.....	63
11.	Anexos.....	71

Índice de Tablas:

Tabla 1.	Hoja de campo para el registro de datos de especies arbóreas \geq a 5 cm de DAP130 cm.	26
Tabla 2.	Hoja de campo para el registro de datos de arbustos y hierbas dentro del bosque y matorral y páramo.	26
Tabla 3.	Rangos para la interpretación del índice de Shannon-Wiener. Fuente: Aguirre (2019).....	27
Tabla 4.	Rangos para la interpretación del índice de Simpson. Fuente: Aguirre (2019).	28
Tabla 5.	Rangos para la interpretación del índice de Pielou. Fuente: Aguirre (2019).....	28
Tabla 6.	Intervalos para la interpretación del índice de Sorensen. Fuente: Aguirre (2019) .	29
Tabla 7.	Especies registradas en el componente arbustivo del matorral en el sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2500 m s.n.m.	30
Tabla 8.	Especies registradas en el componente herbáceo del matorral en el sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2500 m s.n.m.	32
Tabla 9.	Especies registradas en el componente arbóreo de la zona boscosa en el sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m.	34
Tabla 10.	Especies registradas en el componente arbustivo de la zona boscosa en el sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m.	36
Tabla 11.	Especies registradas en el componente herbáceo en la zona boscosa del sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2 600 m s.n.m.	39
Tabla 12.	Especies registradas en el páramo del sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2850 m s.n.m.	42

Tabla 13.	Índice de diversidad de Shannon y Pielou en las gradientes altitudinales de matorral, bosque y páramo de Villonaco.	45
Tabla 14.	Comparación de la diversidad florística de las tres coberturas vegetales bosque (CB), matorral (CM) y páramo (CP), usando el índice de similitud de Sorencen..	45
Tabla 15.	Parámetros estructurales de las 10 especies principales del componente arbustivo en la cobertura matorral a 2 500 m s.n.m.	46
Tabla 16.	Parámetros estructurales de las 10 especies principales del componente herbáceo en la cobertura matorral a 2 500 m s.n.m.	47
Tabla 17.	Parámetros estructurales de las 10 especies representativas del componente arbóreo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.	48
Tabla 18.	Parámetros estructurales de las 10 especies principales del componente arbustivo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.	49
Tabla 19.	Parámetros estructurales de las 10 especies principales del componente herbáceo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.	50
Tabla 20.	Parámetros estructurales de las 10 especies sobresalientes del componente herbáceo del páramo de Villonaco a 2 850 m s.n.m.	51
Tabla 21.	Densidad, área basal y volumen de las 10 especies representativas registradas en el componente arbóreo en el bosque montano bajo a 2 600 m s.n.m.	52
Tabla 22.	Especies endémicas registradas en los tres rangos altitudinales 2500, 2600 y 2850 m s n.m. correspondientes a bosque, matorral y páramo en el sector Villonaco.	54

Índice de Figuras:

Figura 1.	Ubicación del área de estudio en el sector de Villonaco	22
Figura 2.	Diseño de las unidades de muestreo dentro de las parcelas y subparcelas: A. bosque, B. matorral y C páramo.	25
Figura 3.	Diversidad de especies de las 10 familias más diversas del componente arbustivo de la gradiente altitudinal 2500 m s.n.m. en el sector Villonaco, cantón Loja.	31

Figura 4. Curva de acumulación de especies en el componente arbustivo del matorral en el sector Villonaco, cantón Loja.	32
Figura 5. Diversidad de especies de las 10 familias más diversas del componente herbáceo de la gradiente altitudinal 2500 m s.n.m en el sector Villonaco, cantón Loja.....	33
Figura 6. Curva de acumulación de especies en el componente Herbáceo del Matorral en el sector Villonaco, cantón Loja.	34
Figura 7. Diversidad de especies de las 10 familias más diversas del componente arbóreo en la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m. en el sector Villonaco, cantón Loja.....	35
Figura 8. Curva de acumulación de especies en el componente arbóreo del bosque montano en el sector Villonaco, cantón Loja.	36
Figura 9. Diversidad de especies de las 10 familias más diversas del componente arbustivo de la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m. en el sector Villonaco, cantón Loja.....	38
Figura 10. Curva de acumulación de especies en el componente arbustivo del bosque montano en el sector Villonaco, cantón Loja.	39
Figura 11. Diversidad de especies, de las 10 familias más diversas del componente herbáceo de la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m en el sector Villonaco, cantón Loja.	41
Figura 12. Curva de acumulación de especies en el componente herbáceo del bosque montano en el sector Villonaco, cantón Loja.	42
Figura 13 Diversidad de especies de las 10 familias más diversas del páramo de la gradiente altitudinal 2 850 m n.s.m en el sector Villonaco, cantón Loja.	44
Figura 14. Curva de acumulación de especies del páramo en el sector Villonaco, cantón Loja.	44
Figura 15. Dendrograma de comparación de las tres coberturas vegetales bosque, páramo y matorral, usando el índice de similitud de Sorencen	46
Figura 16. Estructura diamétrica del componente arbóreo registradas en el sector Villonaco.....	53
Figura 17. Difusión de los resultados de la investigación con actores locales e interesados en el jardín botánico Reinaldo Espeinosa.....	55

Índice de Anexos:

Anexo 1.	Número de especies por familia, de acuerdo a las tres gradientes altitudinales.	71
Anexo 2.	Índice de Shannon y Pielou del componente arbustivo del matorral, sector Villonaco-rango 2500 m s.n.m.	72
Anexo 3.	Índice de Shannon y Pielou observado en el estrato herbáceo del matorral a 2500 m s.n. m.....	73
Anexo 4.	Índice de Shannon y Pielou observado en el componente arbóreo del bosque montano del Villonaco a 2600 m s. n. m.	74
Anexo 5.	Índice de Shannon y Pielou observada en el componente arbustivo del bosque del Villonaco rango 2600 m s. n. m.....	75
Anexo 6.	Índice de Shannon y Pielou observada en el componente herbáceo del bosque del sector Villonaco rango 2600 m s.n.m.	76
Anexo 7.	Índice de Shannon y Pielou observada en el componente herbáceo en páramos del sector Villonaco-rango 2850 m s.n.m.....	77
Anexo 8.	Parámetros estructurales de las especies del componente arbustivo en la cobertura matorral a 2500 m s.n.m.	78
Anexo 9.	Parámetros estructurales de las especies del componente herbáceo en la cobertura matorral a 2500 m s.n.m.	79
Anexo 10.	Parámetros estructurales de las especies del componente arbóreo en el Bosque Montano Bajo a 2600 m s.n.m.....	80
Anexo 11.	Parámetros estructurales de las especies del componente arbustivo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.....	81
Anexo 12.	Parámetros estructurales de las especies del componente herbáceo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.....	82
Anexo 13.	Parámetros estructurales de las especies del componente herbáceo en el páramo a 2850 m s.n.m.....	83
Anexo 14.	Parámetros dasométricos de las especies registradas en el componente arbóreo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.....	84

Anexo 15. Tríptico informativo de resultados de la estructura y composición florística en el bosque siempreverde montano bajo, considerando la gradiente altitudinal en el sector Villonaco, cantón Loja, provincia de Loja.....	85
Anexo 16. Certificado de la traducción del resumen español al inglés.....	87

1. Título

Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo, considerando la gradiente altitudinal en el sector Villonaco, cantón Loja, provincia de Loja

2. Resumen

Los bosques son ecosistemas que brindan bienes y servicios ecosistémicos. Entre estos, capturan grandes cantidades de carbono, realizan protección hídrica, brindan belleza escénica, protegen la biodiversidad entre otros bienes y servicios ecosistémicos. En el sur de Ecuador la vegetación es heterogénea, se encuentra alterada y es necesario documentar su diversidad, por esta razón esta investigación tiene el objetivo de determinar la estructura y composición florística de la vegetación en un gradiente altitudinal en el sector Villonaco. Se establecieron 18 parcelas temporales en tres rangos altitudinales, así: para el bosque (2 600 m s.n.m.) se instalaron seis parcelas de 20 x 20 m para árboles, dentro de cada parcela se añadieron tres subparcelas de 5 x 5 m para arbustos y cinco subparcelas de 1 x 1 m para hierbas; en el matorral (2 500 m s.n.m.) se instalaron seis parcelas para arbustos y dentro de cada parcela se añadieron dos subparcelas de 1 x 1 m para hierbas; y, para la cobertura páramo (2 850 m s.n.m.) se instalaron seis parcelas de 2 x 2 m. Para la medición de individuos arbóreos se consideró que sean mayores a 5 cm de $D_{1,30}$ m. Se determinó la estructura, Número de individuos, Frecuencia Relativa, Densidad Relativa, Dominancia Relativa, (IVI), composición florística, endemismo, área basal y volumen. En el bosque se registraron 1 478 individuos dentro de 109 especies de 86 géneros y 50 familias; en el matorral 1 248 individuos pertenecientes a 46 especies de 41 géneros y 22 familias y en el páramo 1 496 individuos de 45 especies, 36 géneros y 24 familias. Para el bosque se obtuvo un área basal de 3,63 m² y volumen de 20,73 m³; la estructura diamétrica refleja una "J" invertida característica de bosques en recuperación. Las coberturas investigadas son diferentes en la composición de especies, se registran catorce especies endémicas. Los remanentes de vegetación del sector Villonaco pese a su alteración antrópica albergan una importante diversidad florística que debe ser protegida y conservada.

Palabras claves: Diversidad, bosque montano, Villonaco, gradiente altitudinal, endemismo, Loja.

2.1. Abstract

Forests are important ecosystems, capture large amounts of carbon, provide water protection, provide scenic beauty, and protect biodiversity, among other ecosystem goods and services. In the south of Ecuador, the vegetation is strange, it is altered and it is necessary to document its diversity, for this reason this research has the objective of determining the structure and floristic composition of the vegetation in an altitudinal gradient in the Villonaco sector. 18 temporary plots were established in three altitudinal ranges, thus; For the forest, six plots of 20 x 20 m were installed for trees, within each plot three subplots of 5 x 5 m were nested for shrubs and five subplots of 1 x 1 m for herbs; in the scrub (2 500 m a.s.l.) six plots for shrubs were installed and within each plot two subplots of 1 x 1 m were nested for herbs; and for the páramo coverage (2 850 m a.s.l.) six 2 x 2 m plots were installed. For the measurement of tree individuals, it was considered that they are greater than 5 cm of D1.30 m. The structure, floristic composition, endemism, IVI, basal area and volume were determined. In the forest, 1,478 individuals were recorded within 109 species of 86 genera and 50 families; in the scrub 1,248 individuals belonging to 46 species of 41 genera and 22 families and in the páramo 1,496 individuals of 45 species, 36 genera and 24 families. For the forest, a basal area of 3.63 m² and a volume of 20.73 m³ were obtained; the diametric structure reflects an inverted "J" characteristic of recovering forests. The investigated covers are different in species composition, fourteen endemic species are recorded. The remnants of vegetation in the Villonaco sector, despite their anthropic alteration, harbor an important floristic diversity that must be protected and conserved.

Key words: Diversity, montane forest, Villonaco, altitudinal gradient, endemism, Loja.

3. Introducción

Los bosques tropicales ocupan el 10 % de la superficie mundial, capturan y procesan grandes cantidades de carbono, aproximadamente seis veces más que el carbono que la actividad humana libera a la atmósfera por el consumo de combustibles fósiles; y, alberga entre la mitad y dos tercios del total de las especies del planeta. Se estima que los bosques tropicales cubren alrededor de 11 millones de km² lo que equivale aproximadamente a seis veces la superficie de México. La mayor superficie de bosque tropical se encuentra en el continente americano (55 %), seguida de Asia (33,8 %) y África (11,2 %). Esto confiere a la región tropical del continente americano, también conocida como el Neotrópico, un gran interés para el estudio de la biodiversidad y para la conservación (Cayuela y Granzow-de la Cerda, 2012).

Los bosques andinos cumplen un rol clave en la provisión de bienes y servicios ecosistémicos: regulan el clima y el suministro de agua, atenúan las inundaciones y las sequías, mitigan las emisiones de GEI y mantienen los hábitats que permiten la permanencia a largo plazo de la biodiversidad. Sin embargo, presentan vacíos de información importantes en comparación con otros ecosistemas forestales (Baiker, 2022). Los ecosistemas de los Andes Tropicales son considerados como los de mayor riqueza y diversidad biológica en la Tierra. En su conjunto, albergan más de 45 000 especies de plantas vasculares (20 000 endémicas) y 3 400 especies de vertebrados (1 567 endémicos), en apenas el 1 % de superficie continental de la Tierra (Cuesta et al., 2009).

En el Ecuador existen grandes áreas de bosque andino o también denominado bosque montano. Estos bosques tienen índices altos de endemismo de plantas que representan aproximadamente el 31,98 % en el Ecuador, el 24,9 % en Colombia, el 27,76 % en Perú y el 20 % en Bolivia (Calva et al., 2020). Estos bosques suministran productos forestales y no forestales como: maderas, leña, frutos, resinas, cortezas, fibras, carnes, pieles y más elementos de la flora y fauna silvestres. Así mismo, proporciona el espacio vital en el que se asientan numerosas poblaciones de indígenas y colonos para quienes estos recursos constituyen importantes fuentes de subsistencia y de ingresos. La subsistencia de estos bosques depende de los esfuerzos que se realicen para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales del país. El área estimada de bosque nativo es de 11.5 millones de ha. (cerca del 42 % del territorio), de las cuales el 80 % se encuentra en la Amazonía, un 13 % en la Costa y el restante 7 % en la Sierra. (FAO, 1999).

La provincia de Loja es una de las zonas más diversas del Ecuador, debido a su ubicación en un área de convergencia entre Costa y Amazonia y Andes bajos de fuertes pendientes y la presencia de la depresión de Huancabamba, que han generado hábitats especiales que provocan la presencia de vida muy particular. Investigadores catalogan a la provincia de Loja como un área con una extraordinaria diversidad de ecosistemas en total se reportan 22 (Aguirre et al., 2017).

Los estudios de composición florística son fundamentales para el desarrollo de planes de conservación y uso sostenible de los ecosistemas y sus componentes, por lo que su conocimiento, cuantificación y análisis es esencial para entender la naturaleza y los cambios inducidos por la actividad humana (Villarreal et al., 2004). Según Aguirre (2019), los estudios de la flora son el referente más importante para conocer el estado actual de un ecosistema, a partir de éstos se conoce su diversidad, composición, densidad, abundancia, dominancia, importancia ecológica y el potencial de las especies útiles para medicinas, fibras, ornamentales y alimentos para la humanidad. También tienen impacto sobre la conservación del ambiente, porque se consiguen conocimientos sobre los mecanismos biológicos que allí operan y con ello se logran propagar las especies encontradas y preservar y garantizar su existencia (López et al., 2015).

Con esta misma característica de alta diversidad se identifican a los bosques montanos de Loja, los cuales han demostrado ser florísticamente más diversos que los de la parte norte del país. En un análisis de la vegetación de siete remanentes boscosos montanos, registraron un promedio de 24 especies en transectos no permanentes de 10 x 50 m, con 154 árboles mayores a 5 cm DAP en 500 m² y una densidad de 3 086 individuos por hectárea en muestreos de vegetación en la parte occidental del Parque Nacional Podocarpus a 2 800 m s.n.m., indican una densidad de 2 310 árboles por hectárea (Lozano, 2002).

En este contexto, la investigación se ejecutó con la finalidad de generar conocimientos sobre la vegetación del sector Villonaco, lo cual contribuye a promover el manejo adecuado para su conservación y aprovechamiento sostenible de estos ecosistemas. Los objetivos que guiaron la investigación fueron:

Objetivo general

Contribuir a la conservación del bosque siempre verde montano bajo en un gradiente altitudinal en el cerro Villonaco, cantón Loja, provincia de Loja mediante el levantamiento de información de la estructura y composición florística.

Objetivos específicos

- Determinar la estructura y composición florística de la vegetación en el cerro Villonaco considerando la gradiente altitudinal.

- Difundir los resultados y metodología a los interesados mediante disertación y publicación, para su conocimiento y aplicación.

4. Marco teórico

4.1. Importancia de los bosques

Según la FAO y PNUMA (2020) definen los bosques como una superficie mínima de tierras de entre 0,05 y 1 hectárea con una cubierta de copas (o una densidad de población equivalente) que excede del 10 al 30 % y con árboles que pueden alcanzar una altura mínima de 5 m a su madurez *in situ*. Según Abata (2018) manifiesta que un bosque puede consistir en formaciones forestales densas, donde los árboles de diversas alturas y el sotobosque cubren una proporción considerable del terreno, o bien en una masa boscosa clara. Los bosques cubren una tercera parte de la Tierra, renuevan el aire, protegen el suelo y moderan el clima, dan fibras, alimento, combustible, agua y ayudan a sostener todas las formas de vida.

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2009) manifiesta, que los bosques del mundo desempeñan numerosas funciones protectoras, unas locales y otras mundiales, tales como influir en el clima, proteger la erosión, proteger las costas, proteger los aludes, filtrar la contaminación atmosférica y proteger los recursos hídricos. Cabe anotar que una importante función de los bosques es proporcionar una protección contra la erosión del viento y aumentan la velocidad con la que el agua de la lluvia se infiltra y recarga las aguas subterráneas (MAE, 2012).

Los bosques son fuentes importantes de numerosos productos y servicios que han sido explotados por el hombre para su sustento y desarrollo. Generalmente, las contribuciones al desarrollo sostenible son consideradas en términos de abastecimiento de energía, ingresos de divisas y empleo (Quizhpe y Orellana, 2011).

4.2. Tipo de bosques existentes al sur del Ecuador

Ecuador posee 12,5 millones de hectáreas de bosque, de las cuales 8,9 millones se encuentran bajo alguna categoría de conservación; 4,9 millones dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas; 2,4 millones en Bosques y Vegetación Protectora y 1,6 millones en los predios con convenios de conservación (MAATE, 2021).

La subregión con mayor remanencia es la Llanura Amazónica con un 89 %, Vertiente Oriental Andina con un 76 %, Andes Sur con un 62 %, Vertiente Occidental Andina con un 54

%, los Valles Interandinos con un 49 % y la Costa con un 28 %. De la vegetación natural existente en el país el 31 % se encuentra en áreas bajo conservación donde se incluye el patrimonio de áreas naturales del estado y el Programa Socio Bosque, del porcentaje conservado el 87 % corresponde a bosque, 12 % páramo y 1 % vegetación arbustiva y herbácea. (MAE, 2015).

En el Ecuador existen grandes áreas de bosque andino o también denominado bosque montano para referirse a los ecosistemas ubicados en la cordillera de los andes especialmente en los Andes septentrionales y que son propios de Colombia, Venezuela, Ecuador y una parte en Perú, siendo estos los que cubren los 31 millones de hectáreas en toda la región andina, los cuales tienen el índice más alto de endemismo de plantas del país, los índices que los bosques andinos representan aproximadamente son el 31,98 % en total y para el Ecuador el 24,9 % son de ecosistemas andino (Calva et al., 2020).

4.3. Ecosistemas existentes en el sector Villonaco

Según el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013) en el área de estudio se describen 3 formaciones vegetales:

– ***Bosque siempreverde montano alto del Catamayo-Alamor (BsAn04)***

Este ecosistema presenta dosel cerrado que alcanza hasta 15 m. La vegetación es achaparrada con arbustos y arbolitos muy ramificados cubiertos por briofitas, líquenes y bromélias. El sotobosque es denso, el estrato herbáceo está representado por helechos, rubiáceas, gesneriáceas, bromélias y briofitas, la hojarasca forman una densa capa que cubre el suelo y la base de los fustes. En el área de bosque la pendiente es fuerte y sobre suelos pedregosos, en época de lluvia la neblina es persistente (Aguirre et al., 2013).

Las especies representativas dentro de este ecosistema son: *Aegiphila ferruginea*, *Axinaea macrophylla*, *Buddleja jamesonii*, *Clethra revoluta*, *C. ovalifolia*, *Clusia ducuoides*, *C. magnifolia*, *Freziera minima*, *Hedyosmum cumbalense*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Miconia corymbiformis*, *Oreopanax ecuadorensis*, *O. sessiliflorus*, *Palicourea loxensis*, *Persea sericea*, *Tibouchina laxa*, *Weinmannia pubescens*, *Ageratina pseudochilca*, *A. prunifolia*, *Aulonemia queko*, *Blechnum auratum*, *Lophosoria quadripinnata* y *Sticherus revolutus*.

– *Arbustal siempreverde montano del Sur de Los Andes (AsMn02)*

Presenta vegetación densa con alturas de hasta 8 m, con estrato arbustivo denso en el cual predominan elementos andinos característicos de bosque secundarios, se localizan en terrenos de pendientes moderadas y pronunciadas, predominan las especies de sucesión luego de la conversión de uso y abandono (Aguirre et al., 2013).

Las especies características que crecen y se desarrollan en esta formación vegetal son: *Baccharis obtusifolia*, *Barnadesia arborea*, *Barnadesia aculeata*, *Bejaria aestuans*, *Bejaria resinosa*, *Berberis rigida*, *Cantua quercifolia*, *Coriaria ruscifolia*, *Escallonia floribunda*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Lomatia hirsuta*, *Lepechinia mutica*, *Oreocallis grandiflora*, *Persea ferruginea*, *Symplocos rigidissima*, *Symplocos fuscata* y *Viburnum triphyllum*.

– *Herbazal del Páramo (HsSn02)*

Este ecosistema está predominado por herbazal denso dominada de gramíneas con 50 cm de altura este ecosistema abarca la mayor extensión del ecosistema de montaña del Ecuador, Es característico del piso montano alto superior y se localiza generalmente en los valles glaciares, laderas de vertientes disectadas y llanuras subglaciares sobre 3400 m s. n. m. Se caracteriza por tener suelos andosoles con un profundo horizonte A, contiene gran cantidad de agua y presenta la capacidad de regulación hídrica (Salgado et al., 2013)

Las especies representativas son: *Agrostis breviculmis*, *Calamagrostis intermedia*, *C. recta*, *C. effusa*, *Chrysactinium acaule*, *Festuca asplundii*, *Gnaphalium pensylvanicum*, *Oreomyrrhis andicola*, *Pteridium arachnoideum*, *Puya lanata*, *P. eryngioides*, *P. pygmaea*, *Paspalum tuberosum*, *Stipa ichu*, *Viola humboldtii*.

4.4. Cobertura vegetal

La vegetación es el conjunto de plantas de varias especies que se encuentran ocupando una determinada zona o región geográfica y que son propias de un periodo geológico y que habitan un ecosistema determinado (Aguirre, 2019). Toda cobertura vegetal tiene su propia composición y estructura florística, que forma lo que se denomina un tipo o categoría de cobertura vegetal. En una cobertura vegetal existen varios hábitos de crecimiento o formas de vida y, justamente esta unión determina el grado de cobertura que la vegetación puede hacer

sobre una superficie determinada de territorio (Sarmiento, 2000). Mientras que la flora hace referencia a todo tipo de vegetación en particular que es denominada por especie y el número de especies diferentes que pueden ser encontradas.

La vegetación al tener una estructura (arbórea, arbustiva, herbácea) y composición florística definida, hace referencia a la distribución de las especies y a la importancia, por número de individuos y tamaño de cada una de ellas, por lo tanto, la altitud, la temperatura, la humedad y el suelo, la flora determina los tipos de vegetación existente en cada sitio específico, concluyendo que a la vegetación como conjunto de plantas propias de una zona o un lugar existente en un terreno determinado. Por ende, tienen una estructura y composición definida y diferente (Aguirre, 2019).

4.5. Importancia de la cobertura vegetal

Aguirre (2019) menciona, la importancia de la cobertura vegetal puede ser valorizada desde tres diferentes ámbitos: productivo, protector y ecológico. Desde el punto de vista productivo se refiere al conjunto de especies maderables, medicinales, ornamentales, fibras, frutos silvestres que son usadas para el hombre para satisfacer sus necesidades. Dentro del aspecto protector, el conjunto de vegetación cumple las funciones de proteger fuentes hídricas, retención del suelo, evitar la erosión y en la captura de CO₂ el cual es un gas de efecto invernadero que se encuentra naturalmente en la atmósfera por las actividades humanas, como la quema de combustibles fósiles y otros procesos, aumentan significativamente su concentración en la atmósfera contribuyendo al calentamiento global del planeta; y, de acuerdo a FAO (2012) las plantas absorben dióxido de carbono CO₂ gracias a la fotosíntesis, proceso por el que este gas queda fijado en sus raíces, tronco y hojas en forma de carbono, y además, también captan CO₂ durante su respiración, que convierten en oxígeno, que es liberado a la atmósfera. Y en el ámbito ecológico facilita el hábitat de las diferentes especies de flora y fauna; además cumple un papel fundamental en la cadena trófica siendo el elemento primario de la vida. Desde otra perspectiva la vegetación es el componente fundamental para la belleza escénica, servicio ambiental fundamental para el futuro económico de los países poseedores de una rica biodiversidad (Aguirre, 2019).

Las funciones de la cubierta vegetal en la regulación y protección del recurso hídrico son vitales para mantener el suministro de agua de beber, ya que cerca del 25 % de la población

mundial depende de una forma o de otra del agua de los bosques tropicales. La pérdida de bosques incrementa la descarga de agua debido a la reducción del volumen de agua que se transpira a la atmósfera (WRI, 2007)

4.6. Caracterización de la vegetación

La caracterización de la vegetación se refiere al estudio de la cobertura, estructura y composición florística del ecosistema, la cual es útil en varios aspectos: disponer de elementos técnicos para la elaboración de estudios de impacto ambiental, apoyo para elaborar planes de manejo de los ecosistemas y en estudios de ecología del paisaje, manejo y conservación de especies amenazadas. Para ello se consideran dos aspectos fundamentales (Aguirre, 2019).

4.6.1. Composición florística de la vegetación

La estructura y composición de los bosques que se observa actualmente es el resultado de la capacidad que tiene este ecosistema para regenerarse después de alteraciones, así como la mortandad anual causada por la caída individual de los árboles (Aguirre, 2019).

La diversidad que presenta un bosque depende de la cantidad de especies que lo constituyan, así cuanto mayor sea el número de especies mayor será la diversidad; esta diversidad dependerá de factores tales como: clima, tipo de suelo, competencia intra e inter específica de individuos, claros dentro del bosque, y la capacidad que tenga el bosque para regenerarse. Existen diferencias en la composición entre bosques ubicados en la misma zona geográfica (Zamora , 2010)

De acuerdo con Quizhpe et al. (2016), define la composición florística como la riqueza de especies, demostrado en base a la heterogeneidad de especies vegetales de diferentes hábitos de crecimiento. Para determinar la composición florística de un sitio es necesario de muestreos específicos. El análisis florístico permite conocer: la diversidad o riqueza de plantas, sus formas de vida o hábitos de crecimiento, estado de conservación de las especies y de la vegetación, especies en peligro, descubrimiento de nuevos taxones y obtener información útil para el manejo de una determinada región con remanentes de vegetación.

4.6.2. Estructura diamétrica

Es la distribución de todos los individuos en un área de muestreo por clase diamétrica respecto a su densidad y área basal. Esta distribución en los bosques naturales tiene la forma de una “J” invertida; sin embargo, estudiando por separado cada especie se observa una gran diversidad de comportamientos que es la mejor forma de entender las distribuciones diamétricas, o sea, relacionando el número de árboles con el área basal (Aguirre, 2019)

4.6.3. Estructura de la vegetación

Los árboles dentro de los elementos que componen la estructura de un ecosistema forestal, son los más relevantes, las distintas especies que presentan diferentes características morfológicas y dan lugar a diferentes estructuras (Aguirre, 2019).

Desde el punto de vista ecológico, se distingue dentro de la estructura del bosque los estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. En la práctica forestal se distinguen los estratos: superior, medio, inferior y sotobosque; para determinar estos estratos en los bosques tropicales heterogéneos es difícil, debido a la existencia de una gran mezcla de copas. El estrato superior del bosque está conformado por árboles que forman el dosel más alto (dominantes). El estrato medio, formado por árboles cuyas copas están por debajo del dosel más alto (codominantes), pero que está todavía a la mitad superior del espacio ocupado por la vegetación alta. El estrato inferior formado por árboles de copas arbóreas que se encuentran en la mitad inferior del espacio ocupado por el bosque pero que tienen contacto con el estrato medio (dominado). Y el sotobosque que está conformado por arbustos y regeneración natural ubicados debajo del estrato inferior (Quirós y Quesada, 2010).

Quizhpe et al. (2016). menciona que, dentro de la estructura de la vegetación se distingue los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo está formado por elementos florísticos leñosos con alturas mayores a 5 m, fuste recto o muy ramificado, copa cuya forma depende de la especie y de la formación vegetal. Arbustivo constituido por individuos semileñosos o leñosos con alturas inferiores a los 5 m; por lo general presentan varios fustecillos. Herbáceo considera especies de tallos suaves a veces carnosos y alcanzan alturas máximas de 1 m.

4.6.3.1. Parámetros estructurales para el estudio de la vegetación

Los estudios de la vegetación permiten identificar y cuantificar la composición florística de las categorías de la cobertura vegetal natural mediante el uso de métodos de muestreo sean estos por cuadrantes, transectos, y la aplicación de los parámetros ecológicos (Aguirre, 2019).

Se utilizó la metodología y las formulas sugeridas por Aguirre (2019) en “Guia de Metodos para medir la Biodiversidad”.

– **Densidad absoluta (D)**

Aguirre (2019), manifiesta que la densidad (D), está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies divididas por la superficie estudiada. Para el cálculo no es necesario contar todos los individuos de la zona, sino que se puede realizar muestras en áreas representativas. Se calcula con la siguiente fórmula sugerida por el mismo Autor:

$$\text{Densidad absoluta } D \text{ \#ind/ha} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{total del area muestreada}}$$

– **Densidad relativa (Dr)**

Aguirre (2019) señala que la densidad relativa (DR), permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, ya se considera el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población. El mismo autor indica que la densidad relativa es la densidad de una especie expresada como la proporción del número total de individuos de todas las especies. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Densidad Relativa DR \%} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}}$$

– **Dominancia relativa (DmR)**

Aguirre (2019) menciona, que la dominancia relativa (DmR) se define como el porcentaje de biomasa (área basal o superficie horizontal) que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal ($G = 0,7854 \times \text{DAP}^2$) del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. La dominancia de una especie está dada por su biomasa y la abundancia numérica. Se calcula con la fórmula:

$$\text{Dominancia Relativa DmR} = \frac{\text{Área basal de las especies}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

– *Frecuencia relativa*

La frecuencia es el número de unidades de muestreos con la especie, suma de frecuencias de todas las especies. La frecuencia es la existencia o la falta de una especie en determinada subparcela. La frecuencia relativa de una especie calculada como su porcentaje es la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies como se muestra en la siguiente fórmula (Aguirre, 2019).

$$\text{Frecuencia Relativa FR\%} = \frac{\text{N° de parcelas en la que esta la especie}}{\text{sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

– *Índice de valor de importancia (IVI)*

Aguirre (2019) menciona que este índice indica qué tan importante es una especie dentro de una comunidad vegetal. La especie que tiene el IVI más alto significa entre otras cosas que es ecológicamente dominante; que absorbe muchos nutrientes, ocupa un mayor espacio físico y controla en un alto porcentaje la energía que llega a ese sistema. Este parámetro se calcula con la fórmula:

$$\text{Índice de Valor de Importancia IVI\%} = \frac{\text{DR} + \text{DmR} + \text{FR}}{3}$$

4.7. Diversidad vegetal

El concepto de diversidad tiene dos componentes principales: la riqueza de especies y la equitatividad. El primero se refiere al número de especies en una comunidad o también a la variedad de especies presentes y el segundo a las proporciones relativas de cada especie, teniendo en cuenta que puede haber especies dominantes y especies raras en una comunidad (Cano y Stevenson, 2009). Para determinar la diversidad Aguirre (2019) recomienda considerar:

4.7.1. Diversidad Alfa

Aguirre (2019) menciona que la diversidad alfa (α) mide la riqueza o heterogeneidad de especies de un sitio o comunidad. Este índice es el que más se acerca al concepto de riqueza de especies y puede ser utilizado para comparar el número de especies en ciertos lugares o tipos de

ecosistemas, como lagos o bosques. Existen varios índices para su cálculo, pero los más utilizados son:

– **Índice de diversidad de Shannon (H)**

Aguirre (2019) menciona que es el índice más usado, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies de una comunidad están representadas en la muestra. El mismo autor sugiere utilizar la siguiente fórmula, cabe recalcar que Shannon y Weiner fueron los que construyeron la fórmula:

$$H = \sum_{i=1}^S (P_i)(\ln P_i)$$

H = Índice de diversidad de la especie

S = Número de especies

P_i = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i. (Abundancia)

Ln = Logaritmo Natural

– **Índice de diversidad Simpson**

Aguirre (2019) afirma que este índice manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies dominantes. Así mismo sugiere utilizar la fórmula:

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

Donde:

D = Índice de diversidad de Simpson

P_i = Proporción (Abundancia) de individuos de la especie i en la comunidad

– **Índice de Equitatividad de Pielou**

Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la equitatividad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a

medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas (Aguirre, 2019). Quien sugiere utilizar la fórmula:

$$E = H' / \ln S$$

Donde:

E = Índice de Equitatividad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon

lnS = Logaritmo natural del número de especies

4.7.2. Diversidad Beta

Aguirre (2019) menciona que la diversidad beta es el cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades biológicas en un ecosistema se da entre comunidades a través de gradientes ambientales; mediante este índice se expresa el grado de similitud y disimilitud. Heterogeneidad (diversidad) de hábitats. El mismo autor sugiere utilizar las siguientes fórmulas:

4.7.2.1. Índice con datos cualitativos

– *Índice de similitud de Sorensen* Aguirre (2019) menciona que este índice considera las especies que tienen en común dos comunidades (bosque) diferentes y el número de especies totales que tienen cada una y sugiere utilizar la siguiente fórmula:

$$K_s = \frac{2c}{a + b} * 100$$

Donde:

K_s = Índice de Similitud de Sorensen.

a = número de las especies de la muestra 1.

b = número de las especies de la muestra 2.

c = número de las especies en común.

– **Índice de similitud de Jaccard (Ij)** Aguirre (2019) menciona qu este índice considera las especies que tienen en común dos muestras diferentes y el número de especies total que tiene cada una y sugiere utilizar la siguiente fórmula:

$$Ij = \frac{c}{a + b + c} * 100$$

Donde:

Ij = Índice de similitud de Jaccard.

a = número de las especies de la muestra A.

b = número de las especies de la muestra B.

c = número de las especies en común.

4.7.2.2. Índice para datos cuantitativos

– **Índice de similitud de Sorensen (Iss)**

Aguirre (2019) sugiere utilizar la siguiente fórmula:

$$Isc = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde:

aN = número total de individuos en el sitio A.

bN = número total de individuos en el sitio B.

pN = sumatoria de abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios

4.8. Endemismo

La palabra endémico proviene del griego *endēmios* = nativo. Fue transferido por Candolle (1820) desde la medicina a la botánica para indicar taxones nativos que se distribuyen en un lugar y no en otro (Noguera, 2017).

4.8.1. Tipos de endemismo

Según Aguirre (2018) en base a la distribución y para efectos de investigación y conservación, el endemismo se puede calificar como:

- Endemismo nacional: la especie se puede encontrar en varias provincias del país.
- Endemismo regional: las especies crecen exclusivamente en una región dada de ese país, ejemplo la región sur del Ecuador, región amazónica.
- Endemismo local: es un tipo de endemismo muy especial, pues esa especie tiene la posibilidad muy restringida de crecer en un solo sitio o lugar.
- Endemismo compartido: se da en especies que viven en áreas restringidas, pero que pertenecen a dos Países diferentes.

4.8.2. Criterios para nombrar una especie como endémica

Según Aguirre (2018) menciona los criterios para determinar una especie como endémica:

- La especie tiene un rango de distribución geográfica muy restringido, crece en solo un sitio y no existe posibilidades que crezca o de encontrarla en otro lugar.
- La distribución geográfica de la especie sigue patrones geográficos bien definidos. La riqueza de endemismos se relaciona con la distancia al trópico, existe mayor endemismo en los trópicos. El grado de endemismo crece a partir de los 40 a 50° hacia el Ecuador.
- Ese endemismo es irremplazable y supone por lo general la existencia de un alto número de especies en peligro de extinción.
- El endemismo está relacionado con los centros de diversidad biológica, que es donde existe mayor variabilidad de la especie.
- El endemismo se mide en rango específico (especies), pero se puede considerar también familias y variedades.

4.8.3. Categorías de conservación de la UICN

La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN (también denominada como el Libro Rojo), creada en 1963, es el inventario más completo del estado de conservación de especies de

animales y plantas a nivel mundial. La lista es elaborada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la principal autoridad mundial en la materia. Muchos gobiernos y organizaciones crean sus propias listas rojas regionales basadas generalmente en la elaborada por la UICN, en el que clasifican a las especies de su región que se encuentran bajo amenaza (Red List UICN, 2017).

4.9. Estudios similares de estructura y composición florística en el sur de Ecuador

En Ecuador actualmente están catalogadas 18 198 especies de plantas vasculares convirtiéndose en uno de los países más ricos en especies del mundo (Fernández et al., 2015). La flora en el sur del Ecuador se incluye entre las más ricas y diversas del mundo, conformada por una amplia gama de vegetación que varían conforme a los diferentes climas.

Quizhpe y Orellana (2011) realizaron un estudio sobre la composición florística y estructura de la vegetación natural de la Quinta El Padmi, en donde identificaron cuatro tipos de bosque en 18 transectos de 500 m², los bosques identificados son: Bosque Natural de Ribera, Bosque Natural de Llanura, Bosque Natural de Ladera y Bosque Natural de fuertes pendientes. En el Bosque Natural de Ribera se registró 33 familias y 49 especies vegetales, de las cuales 22 especies de 16 familias pertenecen al estrato arbóreo; 13 especies de 6 familias, al estrato arbustivo; y 14 especies de 11 familias al estrato herbáceo, en un área de muestreo de 1 500 m². En el Bosque Natural de Llanura se registró 86 especies y 44 familias, de las cuales 53 especies de 26 familias son árboles; 15 especies de 7 familias son arbustos; y 18 especies de 11 familias son hierbas en una superficie de 1 500 m². En el bosque Natural de Laderas se registraron 142 especies de 59 familias, de las cuales 8 817 especies son árboles de 34 familias; 24 especies de 11 familias de arbustos y 30 especies de 14 familias de hierbas en una superficie de 4 000 m². El bosque Natural de Fuertes Pendientes se registraron 52 especies de 21 familias pertenecen al estrato arbóreo, 28 especies de 14 familias al estrato arbustivo y, 24 especies de 12 familias al estrato herbáceo en una superficie de 2 000 m².

En la investigación realizada por Palacios et al. (2016) en una parcela de muestro permanente de una hectárea, en la microcuenca "El Padmi" sobre la diversidad, estructura y estado de conservación del bosque siempreverde montano bajo, identificaron 52 familias, 118 géneros, 95 especies y 87 morfoespecies. La vegetación presentó tres estratos bien definidos: inferior (< 12 m); medio (12,1 a 24 m) y superior (> 24,1 m), mientras que las distribuciones

horizontales de los individuos obtuvieron una distribución aleatoria. Las familias con mayor índice de valor de importancia familiar (IVIF) fueron Rubiaceae (10,75 %), Lauraceae (10,45 %) y Myristicaceae (9,58 %). Las especies *Nectandra reticulata* (Lauraceae), *Otoba parvifolia*, *Otoba glycyarpa* (Myristicaceae), *Pseudolmedia laevigata* tuvieron valores más altos de importancia estructural. El Índice de Shannon indica que existe una alta diversidad (4,2), al igual que el índice de Pielou (0,81). El estado de conservación es bueno con tendencia a muy bueno (74,2 %).

En la investigación realizada por Maldonado (2016). en Palanda, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe, sobre la estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la microcuenca El Suhi, en la cual se registró 52 familias, 81 géneros, 36 especies y 64 morfoespecies, distribuidas en 20 especies y 39 morfoespecies arbóreas, 9 especies y 15 morfoespecies arbustivas y, 7 especies y 10 morfoespecies herbáceas. Las familias más diversas en el estrato arbóreo son: Rubiaceae, Lauraceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae y Melastomataceae; en el estrato arbustivo: Piperaceae, Solanaceae y Poaceae; y, en el estrato herbáceo: Dryopteridaceae, Polypodiaceae y Araceae. Las especies ecológicamente importantes son: *Alsophila cuspidata* y *Nectandra lineatifolia* en el estrato arbóreo; *Chamaedorea linearis* y *Philodendron* sp. en el estrato arbustivo y *Elaphoglossum* sp.2. y *Peperomia* sp. en el estrato herbáceo. La mayor cantidad de regeneración natural está contenida en la categoría plántulas con el 48,51 %, seguido la categoría brinzal con el 42,45 %, la categoría latizal bajo con 7,76 % y por último la categoría latizal alto con 1,28 %.

En la investigación realizada por Reyes (2017) en PUFVC sobre la composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque montano del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, provincia de Loja, Ecuador, en una parcela permanente de una hectárea (100 x 100 m), subdividida en 25 subparcelas de 400 m² (20 x 20 m), se inventarió todos los individuos mayores a 5 cm de D_{1,30m}, se midió diámetro y altura, se registró 1 370 individuos que pertenecen a 45 especies dentro de 39 géneros en 29 familias. El bosque tiene un área basal de 16,88 m²/ha, y un volumen de 77,57 m³/ha. Las especies ecológicamente más importantes del bosque son: *Alnus acuminata*, *Palicourea amethystina*, *Phenax laevigatus* y *Clethra revoluta*; también, Se registran 5 especies endémicas, *Oreopanax andreanus*, *Oreopanax rosei*, *Ageratina dendroides*, *Myrsine sodiroana* y *Zinowiewia madsenii*.

En la investigación realizada por Cango (2018). en el cantón Saraguro provincia de Loja sobre la composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque protector Huashapamba. Se instaló una parcela permanente de una hectárea, dividida en 25 subparcelas de 400 m² (20 x 20 m) para árboles mayores o iguales a 5 cm de Diámetro a la Altura del Pecho. se registró 1 134 individuos que pertenecen a 54 especies dentro de 39 géneros en 27 familias. El bosque tiene un área basal de 30,24 m²/ha, y volumen de 215,86 m³/ha. Las especies ecológicamente más importantes del componente leñoso del bosque protector Huashapamba son: *Cyathea caracasana*, *Clethra revoluta* y *Hedyosmun scabrum*. También, Se registraron 6 especies endémicas, *Oreopanax andreanus*, *Verbesina pentantha*, *Axinaea sclerophylla*, *Geissanthus vanderwerffii*, *Miconia hexámera* y *Prumnopitys montana*

En la investigación de Orellana (2021) en el bosque El Sayo en la parroquia Santiago, cantón y provincia de Loja , en una parcela permanente de una hectárea, dividida en 25 subparcelas de 20 x 20 m, se inventariaron todos los árboles \geq a 5 cm de diámetro D 1,30 m, midieron las variables diámetro y altura. Registraron 1793 individuos pertenecientes a 68 especies dentro de 42 géneros en 33 familias. Con área basal de 24,71 m²/ha y volumen de 173,52 m³/ha. Las especies ecológicamente importantes son: *Weinmannia latifolia*, *Ilex myricoides* y *Clusia alata*.

5. Metodología

5.1. Ubicación política del área de estudio

El cerro Villonaco se encuentra orientado de Norte Sur sobre el cerro del mismo nombre con una longitud aproximada de 2,8 km y altitud máxima de 2 850 m s.n.m., a 14 km del centro de la ciudad de Loja, con temperatura entre 12 a 15 °C, con velocidad del viento promedio anual de 12,7 m/s, este cerro divide los valles de Loja y Catamayo, la gradiente de estudio se localiza entre 2 500 hasta 2 850 m s.n.m. (Figura 1).

En la zona de estudio (Villonaco) existe tres tipos de vegetación: Bosque húmedo montano, Matorral arbustivo y páramo herbáceo. Según las observaciones y registros, existen 8 parches representativos de vegetación arbustiva, de los cuales cuatro están ubicados hacia el lado occidental y cuatro hacia el lado oriental del cerro, mientras que, en cuanto a la vegetación de páramo arbustivo y herbáceo, se registran tres áreas ubicadas hacia el lado oriental del cerro.

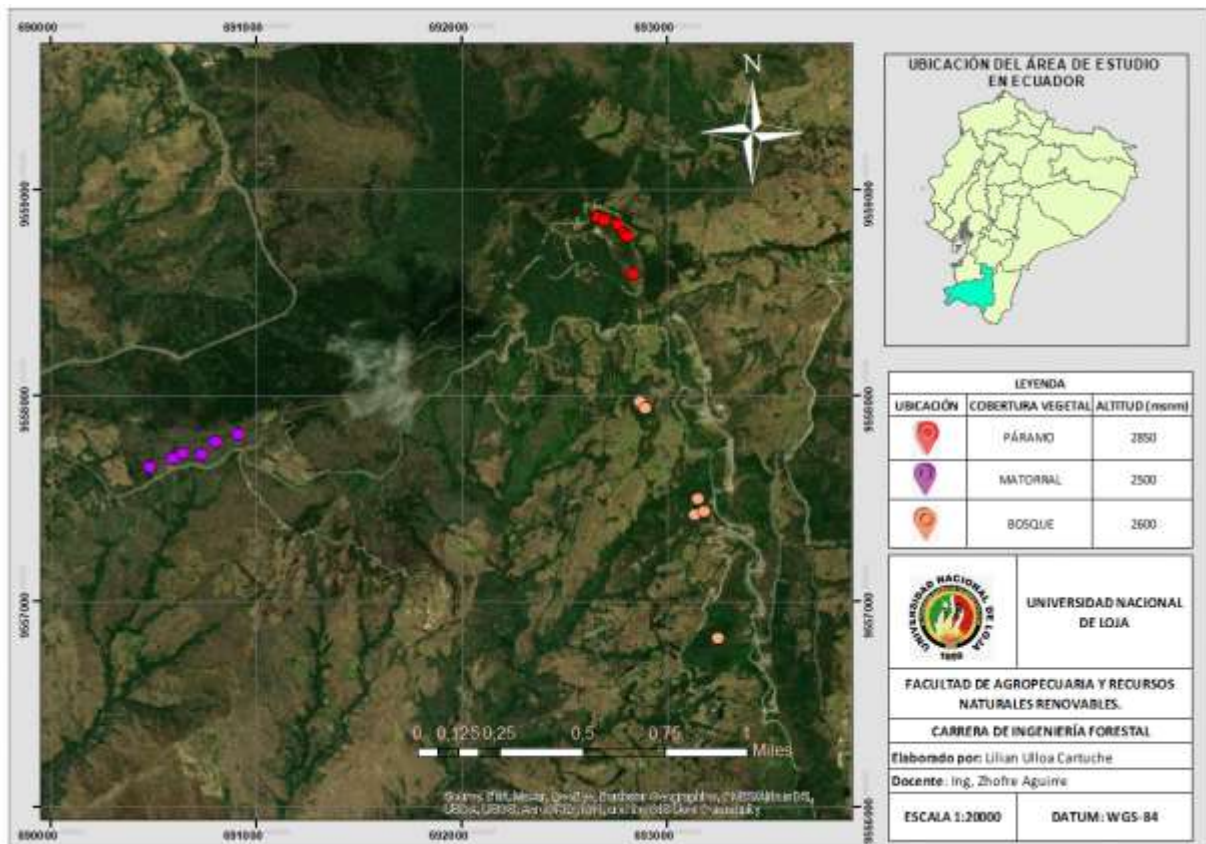


Figura 1. Ubicación del área de estudio en el sector de Villonaco

5.2. Determinación de la composición florística y estructura de la vegetación

Para levantar información y determinar la estructura y composición florística de la zona de Villonaco se utilizó la metodología sugerida por Aguirre (2019).

5.2.1. Selección del área de estudio

Para delimitar los ecosistemas del cerro Villonaco se realizó en base a los shapefile de los ecosistemas del Ministerio del Ambiente (2013). Luego a través de Sistemas de información geográfica (SIG) fue elaborado un mapa de distribución del ecosistema en estudio y su respectiva verificación en campo.

5.2.2. Definición del gradiente altitudinal para considerar las zonas de muestreo en el sector Villonaco

Se consideró el rango altitudinal entre 2 500 a 2 850 m s.n.m., a partir del cual se definieron tres zonas de muestreo, esto es a: 2 500, 2 600 y 2 850 m s.n.m. En cada zona (franja) de muestreo se instalaron seis unidades de muestreo; el muestreo se confirmó mediante la curva de acumulación de especies. Las parcelas temporales fueron de 400 m² y se ubicaron con una separación mínima de 100 m una de otra. Se buscó las áreas representativas, considerando pendientes moderadas, y que las parcelas estén ubicadas a 50 m del borde, esto con el fin de evitar el efecto borde y abarcar los diferentes estratos que existen en las tres franjas escogidas (Aguirre, 2019).

La zona 1 ubicada a 2500 m s.n.m., presenta una vegetación de tipo matorral, la cual se caracteriza por la presencia en su mayoría de arbustos como: *Ageratina fastigiata*, *Arcytophyllum rivetii*, *Miconia lutescens*; hierbas como: *Baccharis genistelloides*, *Calamagrostis intermedia*, *Pteridium arachnoideum*; y árboles pequeños como: *Clethra revoluta*, *Roupala* sp., *Morella parvifolia*. Esta zona presenta una topografía irregular, de pendientes pronunciadas y está sometida a la acción de incendios forestales.

La zona 2 ubicada a 2600 m s.n.m., está cubierta por vegetación boscosa, esta zona presenta una topografía irregular de pendientes pronunciadas. Está sometida a una fuerte presión antrópica de conversión de uso para ganadería, existe la presencia de árboles como: *Gynoxys buxifolia*, *Clethra fimbriata* *Morella pubescens*; arbustos como: *Cronquistianthus niveus*,

Viburnum triphyllum, *Lepechinia mutica*; y hierbas como: *Blechnum occidentale*, *Peperomia galioides*, *Hydrocotyle humboldtii*.

La zona 3 ubicada a 2850 m s.n.m denominado páramo, localizada en la parte alta del Villonaco presenta una topografía irregular de pendientes pronunciadas. También, está sometida a fuerte presión antrópica por acción de incendios forestales, predominan hierbas como: *Gnaphalium elegans*, *Calamagrostis intermedia*, *Rhynchospora vulcani* y arbustos de *Arcytophyllum nitidum*, *Clinopodium taxifolium*, *Gynoxys buxifolia*.

5.2.3. Delimitación e instalación de las parcelas en el área de estudio

Para la instalación se siguió la metodología sugerida por Aguirre (2019), las parcelas se instalaron y delimitaron utilizando brújula, GPS, varillas de hierro y piola.

En el caso del bosque se instalaron parcelas de 20 x 20 m (400 m²) para árboles, dentro de cada parcela de 400 m² se anidaron tres subparcelas de 5 x 5 m (25 m²) para arbustos y cinco subparcelas de 1 x 1 m (1 m²) para hierbas, tal como se ilustran en la Figura 2A.

En el caso del matorral se instalaron parcelas de 5 x 5 m (25 m²) y dentro de cada parcela se anidaron dos parcelas de 1 x 1 m (1 m²) para hierbas (Figura 2B).

En el caso de páramo se instalaron parcelas de 2 x 2 m, donde se muestrearon todos los individuos (Figura 2C).

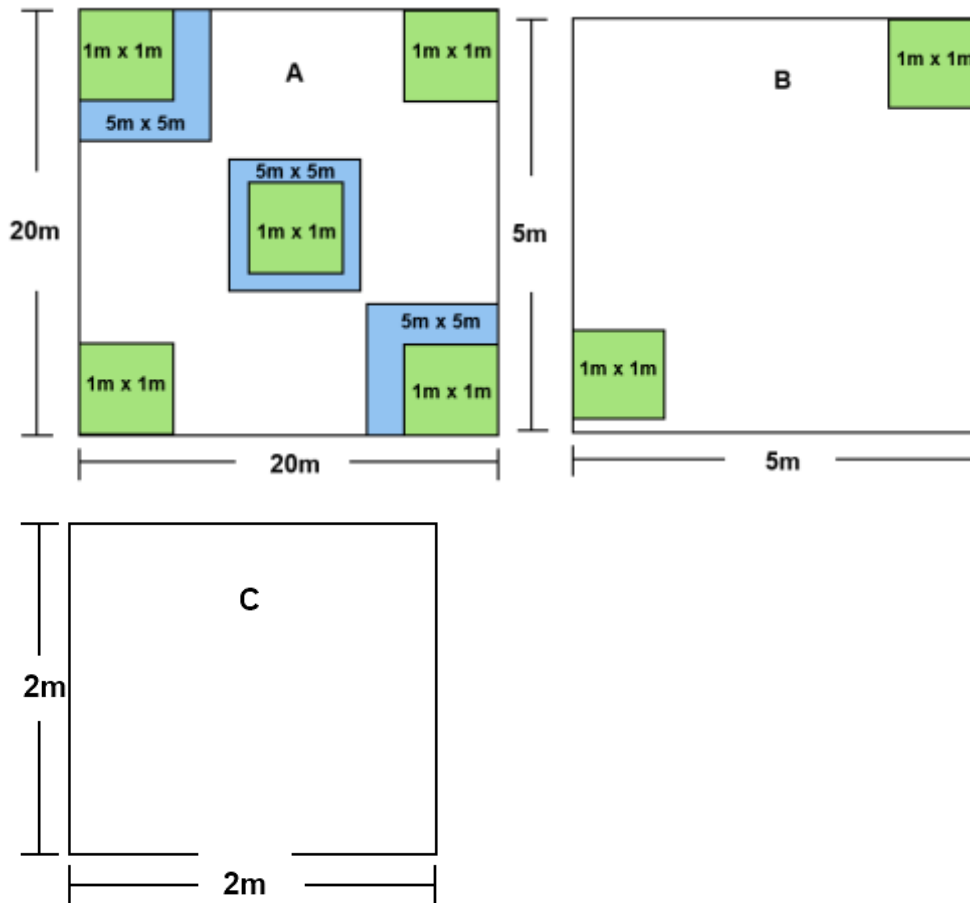


Figura 2. Diseño de las unidades de muestreo dentro de las parcelas y subparcelas: A. bosque, B. matorral y C páramo.

5.2.4. *Recolección de datos de campo*

Para el registro y medición de árboles se consideró todos los individuos mayores a 5 cm de $D_{130\text{ cm}}$. La recolección de los datos se inició con el inventario de hierbas con el fin de evitar el deterioro de los individuos al caminar. Luego se levantó la información de las subparcelas del estrato arbustivo y finalmente del estrato arbóreo. Para el registro de datos se utilizó las hojas de campo que se presentan en las Tabla 1 y Tabla 2. También se realizaron colectas botánicas que fueron procesadas e identificadas en el herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja, La escritura de las especies siguió la nomenclatura taxonómica actualizada con el sistema de clasificación APG IV.

Tabla 1. Hoja de campo para el registro de datos de especies arbóreas \geq a 5 cm de DAP130 cm.

oordenadas UTM:			Lugar:		
Parcela N°:			Fecha:		
Altura (m s. n. m.):			Pendiente (%):		
Breve descripción del sitio:					
N°	Familia	Especie	Nombre local	DAP (cm)	Observaciones

Tabla 2. Hoja de campo para el registro de datos de arbustos y hierbas dentro del bosque y matorral y páramo.

Coordenadas UTM:			Lugar:		
Parcela N°:			Fecha:		
Altura (m s. n. m.):			Pendiente (%):		
Breve descripción del sitio:					
N°	Familia	Especie	Nombre local	Número de individuos	Observaciones

5.2.5. Análisis de los datos colectados

5.2.5.1. Cálculo de parámetros estructurales de la vegetación

Con los datos recolectados se calculó: la densidad absoluta (D), densidad relativa (DR) o abundancia, frecuencia relativa (FR), dominancia relativa (DmR) e índice de valor de importancia (IVI), se utilizaron las fórmulas sugeridas por Aguirre (2019).

$$\text{Densidad absoluta } D \text{ \#ind/ha} = \frac{\text{N}^\circ \text{ total de individuos por especie}}{\text{total del area muestreada}}$$

$$\text{Densidad Relativa DR \%} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de individuos por especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}}$$

$$\text{Frecuencia Relativa FR \%} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de parcelas en la que esta la especie}}{\text{sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia Relativa DmR} = \frac{\text{Área basal de las especies}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Índice de Valor de Importancia IVI\%} = \frac{\text{DR} + \text{DmR} + \text{FR}}{3}$$

$$\text{Índice de Valor de Importancia simplificado IVI\%} = \frac{\text{DR} + \text{FR}}{2}$$

Dónde:

IVI % = Índice de Valor de Importancia

DR = Densidad relativa

DmR = Dominancia Relativa

FR = Frecuencia Relativa

5.2.5.2. Cálculos de la diversidad alfa

Para realizar este tipo de cálculo se utilizará las formulas planteadas por Aguirre (2019). De los siguientes índices;

– *Índice de diversidad de Shannon-Wiener*

$$H = - \sum_{i=1}^S (P_i)(\ln P_i)$$

Dónde:

H = Índice de diversidad de la especie

S = Número de especies

P_i = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i (Abundancia).

Ln = Logaritmo natural

Tabla 3. Rangos para la interpretación del índice de Shannon-Wiener. Fuente: Aguirre (2019).

Rango	Significado
0 – 1,35	Diversidad baja
1,36 a 3,5	Diversidad media
Mayor a 3,5	Diversidad alta

– *Índice de diversidad Simpson*

$$D = 1 - \sum_{i=1}^S P_i^2$$

Donde:

D = Índice de diversidad de Simpson

Pi = Proporción (Abundancia) de individuos de la especie i en la comunidad

Tabla 4. Rangos para la interpretación del índice de Simpson. Fuente: Aguirre (2019).

Rangos	Significado
0 a 0,33	Diversidad baja
0,34 a 0,66	Diversidad media
0,67 a 1.	Diversidad alta

– ***Índice de Equitatividad de Pielou***

$$E = H' / \ln S$$

Donde:

E = Índice de Equitatividad de Pielou

H' = Índice de diversidad de Shannon

lnS = Logaritmo natural del número de especies

Tabla 5. Rangos para la interpretación del índice de Pielou. Fuente: Aguirre (2019)

Rangos	Significado
0 a 0,33	Diversidad baja
0,34 a 0,66	Diversidad media
0,67 a 1.	Diversidad alta

5.2.5.3. Comparaciones de la diversidad entre tipos de vegetación

Para determinar la similitud de los tipos de vegetación se calcularon los índices beta de Sorensen cualitativo y cuantitativo

– ***Índice de similitud de Sorensen***

$$Ks = \frac{2c}{a + b} * 100$$

Donde:

Ks = Índice de Similitud de Sorensen.

a = número de las especies de la muestra 1.

b = número de las especies de la muestra 2.

c = número de las especies en común.

– *Índice de similitud de Sorensen (Iss)*

$$I_{sc} = \frac{2pN}{aN + bN}$$

Donde:

aN = número total de individuos en el sitio A.

bN = número total de individuos en el sitio B.

pN = sumatoria de abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios

Tabla 6. Intervalos para la interpretación del índice de Sorensen. Fuente: Aguirre (2019)

Significancia	Rango	Significancia
No parecidos	0 a 0,33	Disimiles o diferentes florísticamente
Medianamente parecidos	0,34 a 0,66	Medianamente disimiles florísticamente
Muy parecidos	0,67 a 1	Similares florísticamente

5.2.5.4. Determinación del endemismo de la flora del sector Villonaco

Una vez conocida la composición florística del área de estudio se procedió a revisar los nombres científicos de cada especie en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León et al., 2011) y en la página web oficial de la lista roja de la UICN y la revisión de las colecciones botánicas del Herbario “Reinaldo Espinosa”; determinado por comparación con las especies que corresponde a endémicas y su respectiva categoría de conservación.

5.3. Difusión de los resultados de la investigación

Para cumplir con el segundo objetivo se socializó los resultados con los estudiantes de décimo ciclo de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja, mediante una conferencia en las instalaciones del Jardín Botánico Reinaldo Espinosa.

Se elaboró un tríptico, destacando la metodología, resultados alcanzados y conclusiones, que se entregó a las personas interesadas para su conocimiento.

6. Resultados

6.1. Estructura y composición florística en el sector Villonaco, considerando la gradiente altitudinal

6.1.1. Composición florística en el gradiente altitudinal 2 500 m s.n.m., cobertura matorral

En el matorral del sector Villonaco se registró un total de 1 248 individuos, que pertenecen a 46 especies dentro de 41 géneros y 22 familias, de los cuales 24 especies fueron arbustos y 22 fueron hierbas (Tablas 7 y 8).

– Componente arbustivo dentro del matorral

En el componente arbustivo del matorral fueron registradas un total de 418 individuos, que pertenecen a 24 especies de arbustos dentro de 23 géneros y 12 familias (Tabla 7).

Tabla 7. Especies registradas en el componente arbustivo del matorral en un área de 150 m² en el sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2500 m s.n.m.

Espece	Densidad (Ind/m ²)
<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	88
<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	75
<i>Ageratina fastigiata</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	59
<i>Roupala</i> sp.	39
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	34
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	23
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	23
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	22
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C.Jeffrey	9
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	7
<i>Escallonia micrantha</i> Mattf.	7
<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	5
<i>Brachyotum benthamianum</i> Triana	4
<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	4
<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	3
<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os	3
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	3
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2
<i>Burmeistera</i> sp.	2
<i>Smilax domingensis</i> Willd.	2

<i>Arcytophyllum rivetii</i> Danguy & Cherm.	1
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex Lf	1
<i>Cacosmia rugosa</i> Kunth	1
<i>Gynoxys laurifolia</i> (Kunth) Cass.	1

En la Figura 3 se muestran las familias más diversas del estrato arbustivo de la cobertura matorral.

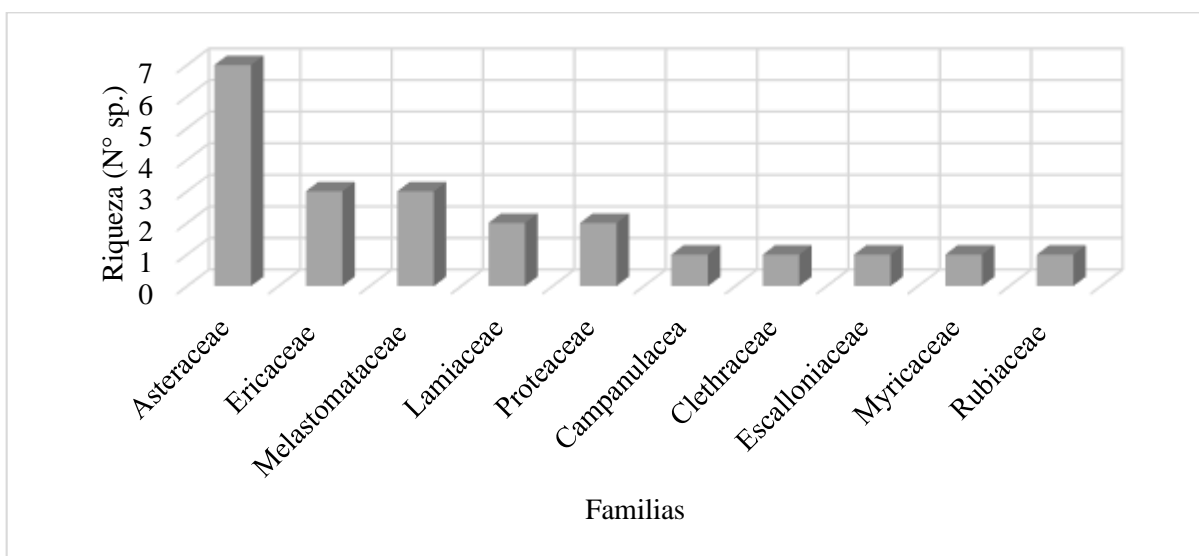


Figura 3. Diversidad de especies de las 10 familias más diversas del componente arbustivo de la gradiente altitudinal 2500 m s.n.m. en el sector Villonaco, cantón Loja.

– **Curva de acumulación de especies del componente arbustivo**

La curva de acumulación de especies del componente arbustivo dentro del matorral (Figura 4), indica que el muestreo es adecuado y que se cubrió la mayor riqueza de las especies existente del área de estudio, ya que la efectividad de muestreo fue de 94,34%, por tanto, no se requiere implementar más unidades de muestreo.

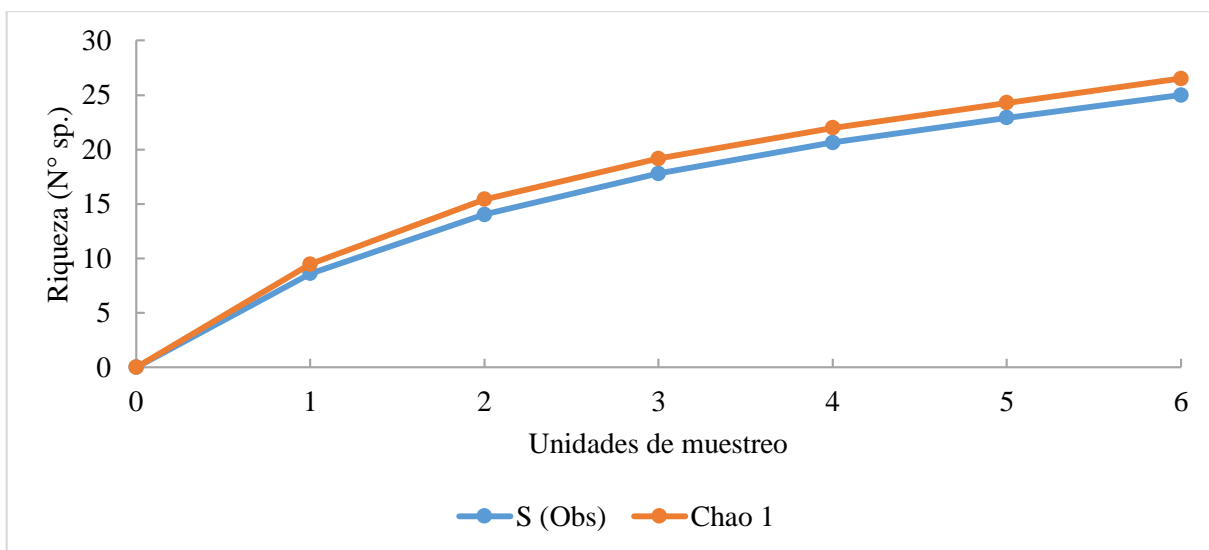


Figura 4. Curva de acumulación de especies en el componente arbustivo del matorral en el sector Villonaco, cantón Loja.

– **Componente herbáceo dentro del matorral**

En el componente herbáceo del matorral en total se registró 830 individuos, que pertenecen a 22 especies de 15 géneros y 11 familias botánicas (Tabla 8).

Tabla 8. Especies registradas en el componente herbáceo del matorral en un área de 6 m² en el sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2500 m s.n.m.

Especie	Densidad (Ind/m²)
<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeck	161
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steud.	149
<i>Calamagrostis</i> sp.	141
<i>Viola dombeyana</i> DC.	91
<i>Chusquea</i> sp.	64
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	47
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	44
<i>Cuphea ciliata</i> Ruiz & Pav.	35
<i>Stevia andina</i> B.L.Rob.	28
<i>Sporobolus</i> sp.	19
<i>Muehlenbeckia tiliifolia</i> Wedd.	10
<i>Calamagrostis ligulata</i> (Kunth) Hitchc.	8
<i>Calceolaria perfoliata</i> L.f.	7
<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine ex Carrière) Stapf	5
<i>Gnaphalium elegans</i> Kunth	5
<i>Lycopodium complanatum</i> L.	4
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	3
<i>Coreopsis venusta</i> Kunth	3

<i>Sisyrinchium tinctorium</i> Kunth	3
<i>Calceolaria calycina</i> Benth.	1
<i>Peperomia galioides</i> Kunth	1
<i>Scorzoneroides autumnalis</i> (L.) Moench	1

En la Figura 5 se muestran las familias más diversas del estrato herbáceo de la cobertura matorral.

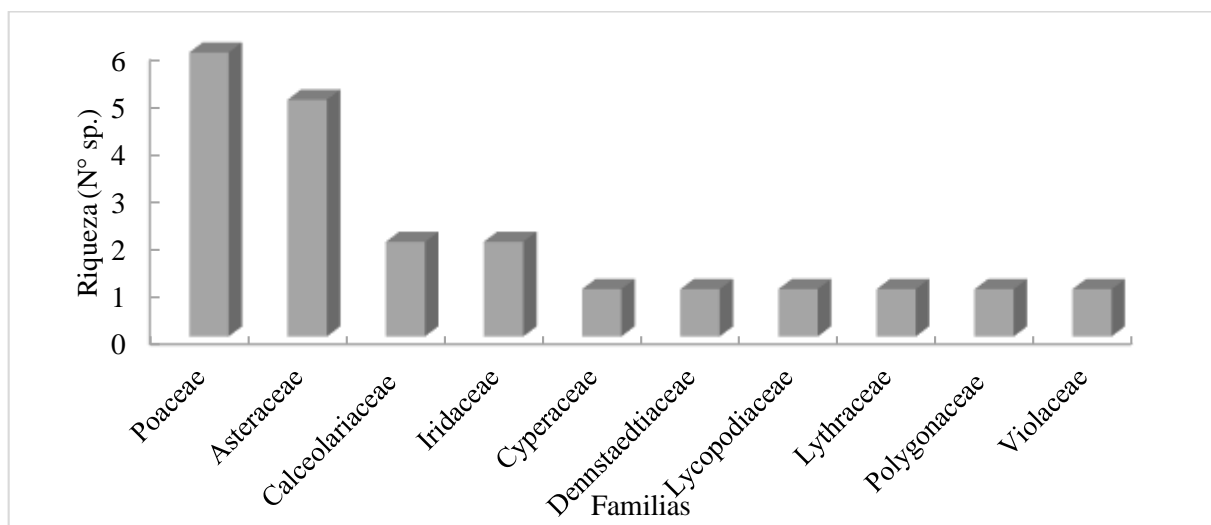


Figura 5. Diversidad de especies de las 10 familias más diversas del componente herbáceo de la gradiente altitudinal 2500 m s.n.m en el sector Villonaco, cantón Loja.

– **Curva de acumulación de especies del componente herbáceo**

La curva de acumulación de especies herbáceas (Figura 6) indica que las unidades muestreadas fueron suficientes para abarcar la mayor riqueza del área, ya que la efectividad es de 88%.

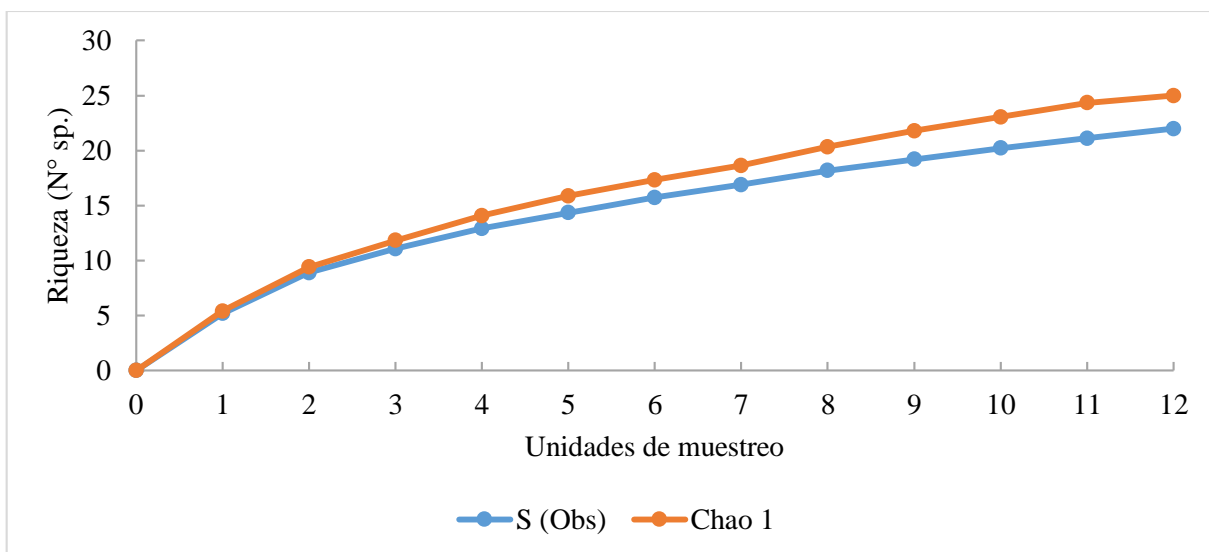


Figura 6. Curva de acumulación de especies en el componente Herbáceo del Matorral en el sector Villonaco, cantón Loja.

6.1.1.1. Composición florística en la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m: bosque montano

En el bosque montano se registraron 1 478 individuos, que pertenecen a 109 especies de 48 géneros y 52 familias, de los cuales 33 especies son árboles, 38 son arbustos y 38 hierbas (Tabla 9, 10 y 11).

– *Componente arbóreo dentro del bosque*

En el estrato arbóreo se registró 33 especies, dentro de 26 géneros y 19 familias (Tabla 9), con un total de 256 individuos.

Tabla 9. Especies registradas en el componente arbóreo de la zona boscosa en un área de 2400m² en el sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m.

Especie	Densidad (Ind/m ²)
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	48
<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	45
<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	27
<i>Verbecina</i> sp. 1	21
<i>Axinaea floribunda</i> (Naudin) Triana	16
<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	12
<i>Frangula granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Grubov	9
<i>Barnadesia aculeata</i> (Benth.) Chung	8
<i>Verbesina</i> sp.2	8

<i>Oreopanax rosei</i> Harms	6
<i>Symplocos fuscata</i> B. Stahl	6
<i>Brunfelsia</i> sp.	5
<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H.Rob.	5
<i>Oreopanax eriocephalus</i> Harms	5
<i>Ocotea</i> sp.	4
<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K.Hoffm.	3
<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter	3
<i>Weinmannia pinnata</i> L.	3
<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	2
<i>Dendrophorbium</i> sp.	2
<i>Hieronyma</i> sp.	2
<i>Kaunia cf. longipetiolata</i> (son. Bipex Rusby	2
<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	2
<i>Ruagea</i> sp.	2
<i>Solanum</i> sp.	2
<i>Ceroxylon</i> sp.	1
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (DC.) Lindl	1
<i>Ilex rupicola</i> Kunth	1
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	1
<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	1
<i>Randia</i> sp.	1
<i>Solanum aphyodendrom</i> S. Knapp	1
<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	1

En la Figura 7 se muestran las familias más diversas del estrato arbóreo de la cobertura boscosa. Los totales de las familias del componente arbóreo se pueden observar en el Anexo 1.

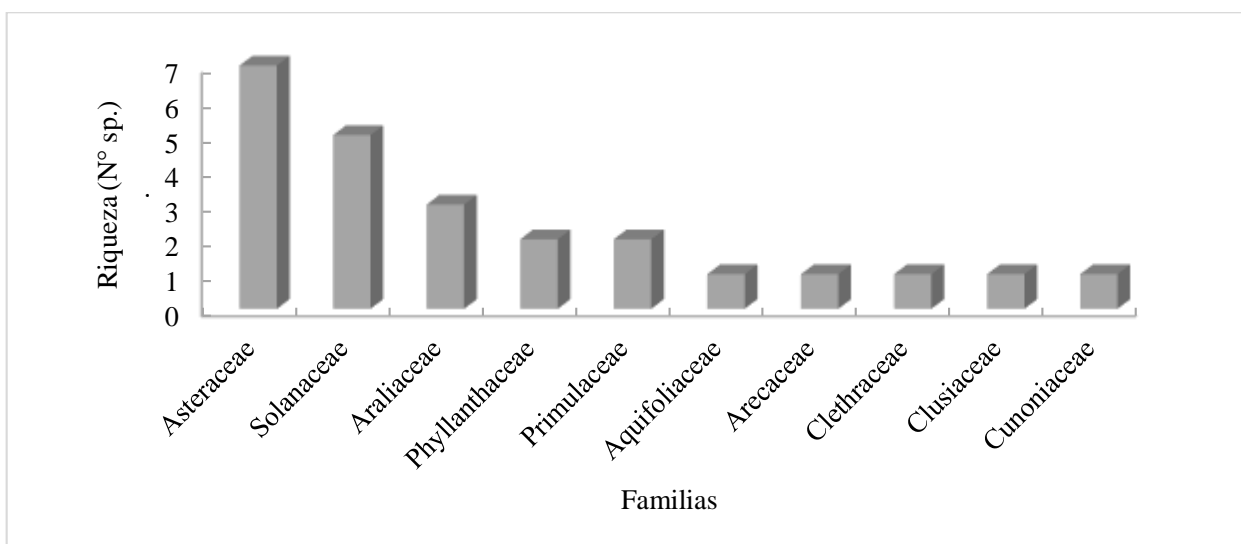


Figura 7. Diversidad de especies de las 10 familias más diversas del componente arbóreo en la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m. en el sector Villonaco, cantón Loja.

– *Curva de acumulación de especies del componente arbóreo*

La curva de acumulación de especies arbóreas del bosque (Figura 8) indica que las unidades muestreadas fueron suficientes para alcanzar la mayoría de la riqueza existente del sector Villonaco, ya que la efectividad de muestreo fue de 87,88%

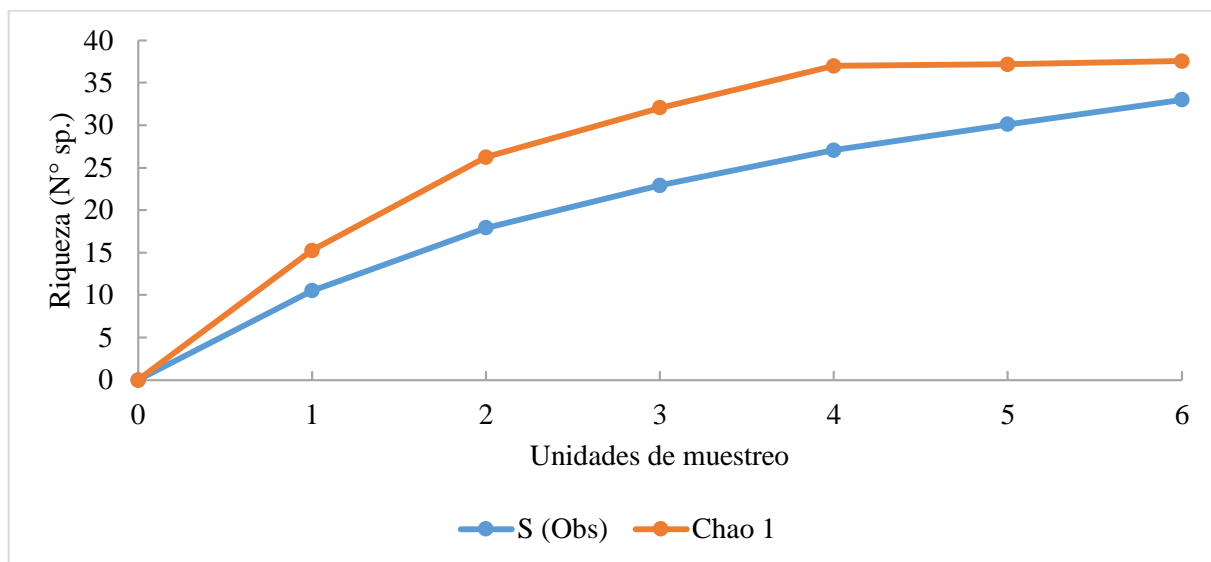


Figura 8. Curva de acumulación de especies en el componente arbóreo del bosque montano en el sector Villonaco, cantón Loja.

– *Componente arbustivo dentro del bosque*

En este estrato se registran 421 individuos, que pertenecen a 38 especies de 31 géneros y 16 familias botánicas (Tabla 10).

Tabla 10. Especies registradas en el componente arbustivo de la zona boscosa en un área de 450m² en el sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m.

Especie	Densidad (Ind/m ²)
<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	92
<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	46
<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	34
<i>Ageratina fastigiata</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	26
<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	21
<i>Brachyotum benthamianum</i> Triana	19
<i>Cordia</i> sp.	18
<i>Miconia villonacensis</i> Wurdack	17
<i>Liabum igniarium</i> Menos.	14

<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	12
<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	11
<i>Piper barbatum</i> Kunth	11
<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C.Jeffrey	10
<i>Piper asperiusculum</i> Kunth	10
<i>Rubus bogotensis</i> HBK	10
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex Lf	8
<i>Ageratina</i> sp.	7
<i>Arcytophyllum rivetii</i> Danguy & Cherm.	6
<i>Smilax domingensis</i> Willd.	6
<i>Cestrum tomentosum</i> L.f.	5
<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	5
<i>Fuchsia ayavacensis</i> Kunth	4
<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	4
<i>Verbesina</i> sp.	4
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) ACSm.	3
<i>Solanum</i> sp. 2	3
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2
<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	2
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	2
<i>Aetheolaena heterophylla</i> (Turcz.) B. Nord.	1
<i>Barnadesia aculeata</i> (Benth.) Chung	1
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (DC.) Lindl.	1
<i>Monnina Hirta</i> (bonpl) Eriksen	1
<i>Palicourea discolor</i> K.Krause	1
<i>Palicourea</i> sp.	1
<i>Piper aduncum</i> L.	1
<i>Solanum</i> sp. 1	1
<i>Solanum</i> sp. 3	1

En la Figura 9 se muestran las familias más diversas del estrato arbustivo de la cobertura boscosa. Los totales de las familias del componente arbustivo se pueden observar en el Anexo 1.

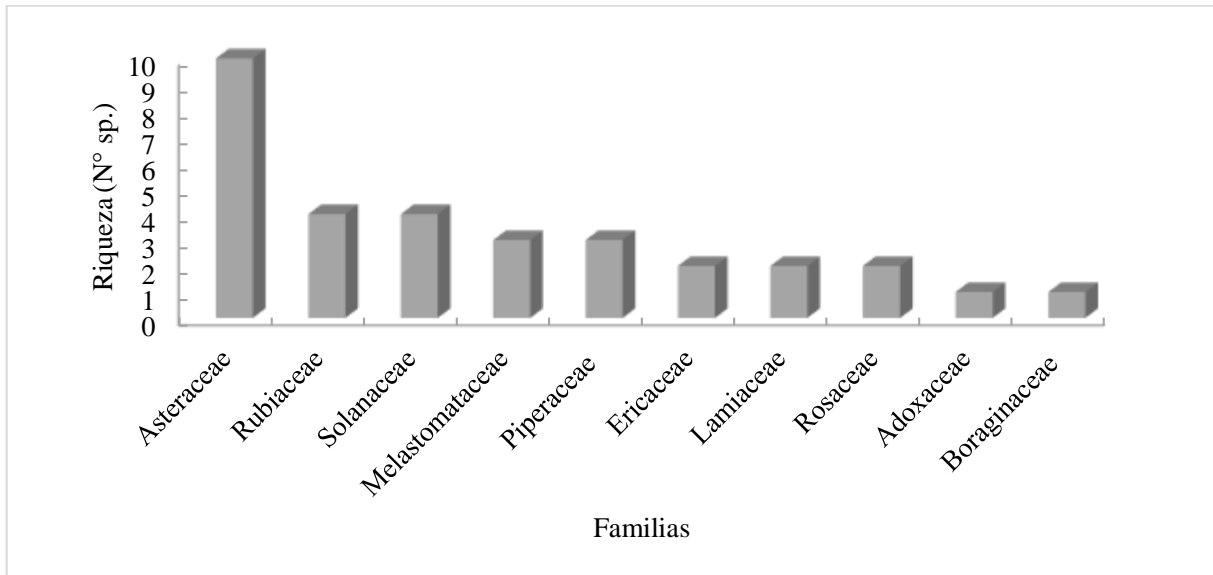


Figura 9. Diversidad de especies de las 10 familias más diversas del componente arbustivo de la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m. en el sector Villonaco, cantón Loja.

– ***Curva de acumulación de especies del componente arbustivo.***

La curva de acumulación de especies del componente arbustivo dentro del bosque (Figura 10) indica que el muestreo no es el adecuado, ya que, se cubrió el 73,83% de efectividad de la riqueza de especies existente del área de estudio, por tanto, se requiere implementar más unidades de muestreo en el sector Villonaco.

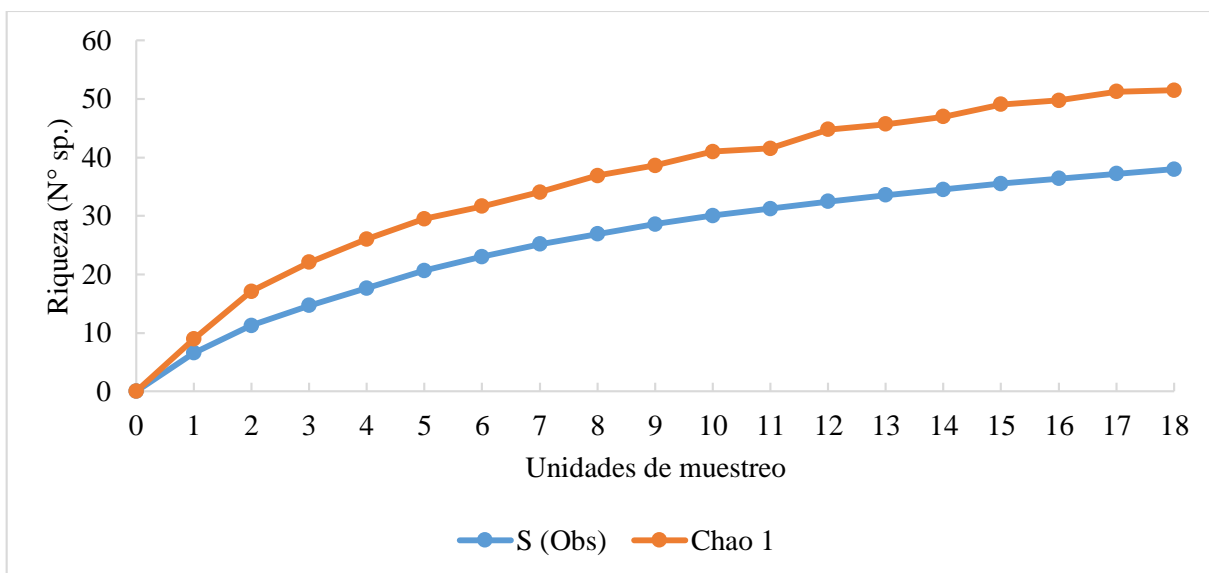


Figura 10. Curva de acumulación de especies en el componente arbustivo del bosque montano en el sector Villonaco, cantón Loja.

– **Componente herbáceo dentro del bosque**

En el estrato herbáceo se registró 801 individuos, que pertenecen a 38 especies dentro de 36 géneros y 29 familias botánicas (Tabla 11).

Tabla 11. Especies registradas en el componente herbáceo en la zona boscosa en un área de 30m² en el sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2 600 m s.n.m.

Especie	Densidad (Ind/m ²)
<i>Blechnum occidentale</i> L.	356
<i>Peperomia galioides</i> Kunth	74
<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich.	52
<i>Aetheolaena heterophylla</i> (Turcz.) B. Nord.	33
<i>Solanum</i> sp.	31
<i>Cranichis</i> sp.	26
<i>Lycopodium complanatum</i> L.	25
<i>Selaginella acanthostachys</i> Baker	25
<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	18
<i>Bomarea cf. dissitifolia</i> Barker	18
<i>Begonia acerifolia</i> Kunth	17
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	17
<i>Calceolaria semiconnata</i> Pennell	13
<i>Chusquea scandens</i> Kunth	12
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	11

<i>Carex</i> sp.	8
<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	8
<i>Lachemilla</i> sp.	8
<i>Phenax</i> sp.	6
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	6
<i>Cyperus</i> sp.	5
<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav. ex G.Don	5
<i>Spermacoce alata</i> Aubl.	5
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	3
<i>Oxalis peduncularis</i> Kunth	3
<i>Anthurium</i> sp.	2
<i>Elaphoglossum</i> sp.	2
<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem. & Schult.	2
<i>Asplenium</i> sp.	1
<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine ex Carrière) Stapf	1
<i>Dioscorea</i> sp.	1
<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.	1
<i>Malaxis</i> sp.	1
<i>Passiflora</i> sp.	1
<i>Polypodium</i> sp.	1
<i>Rhynchospora</i> sp.	1
<i>Thelypteris brausei</i> (Hieron.) Alston	1
<i>Tillandsia tovarensis</i> Mez	1

En la Figura 11 se muestran las familias más diversas del estrato herbáceo de la cobertura boscosa. Los totales de las familias se pueden observar en el Anexo 1.

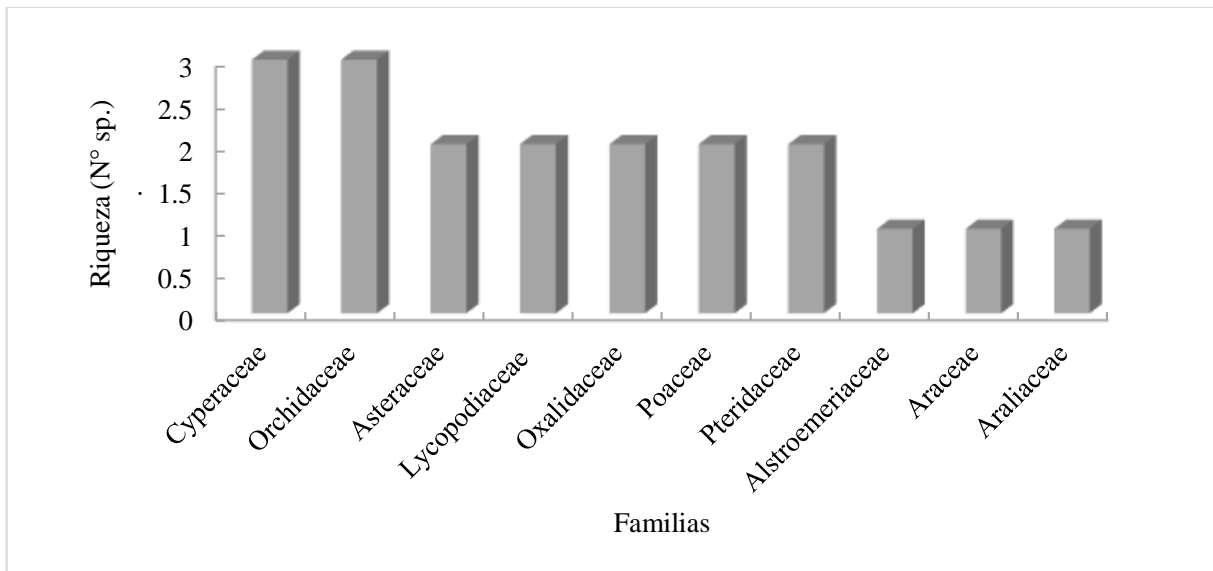


Figura 11. Diversidad de especies, de las 10 familias más diversas del componente herbáceo de la gradiente altitudinal 2600 m s.n.m en el sector Villonaco, cantón Loja.

– ***Curva de acumulación de especies del componente herbáceo***

Según la curva de acumulación de especies herbáceas del bosque montano (Figura 12), las treinta unidades muestreadas no fueron suficiente ya que la efectividad fue 77,17% para alcanzar el total de especies esperadas del área de estudio, se requiere implementar más unidades de muestreo para futuras investigaciones.

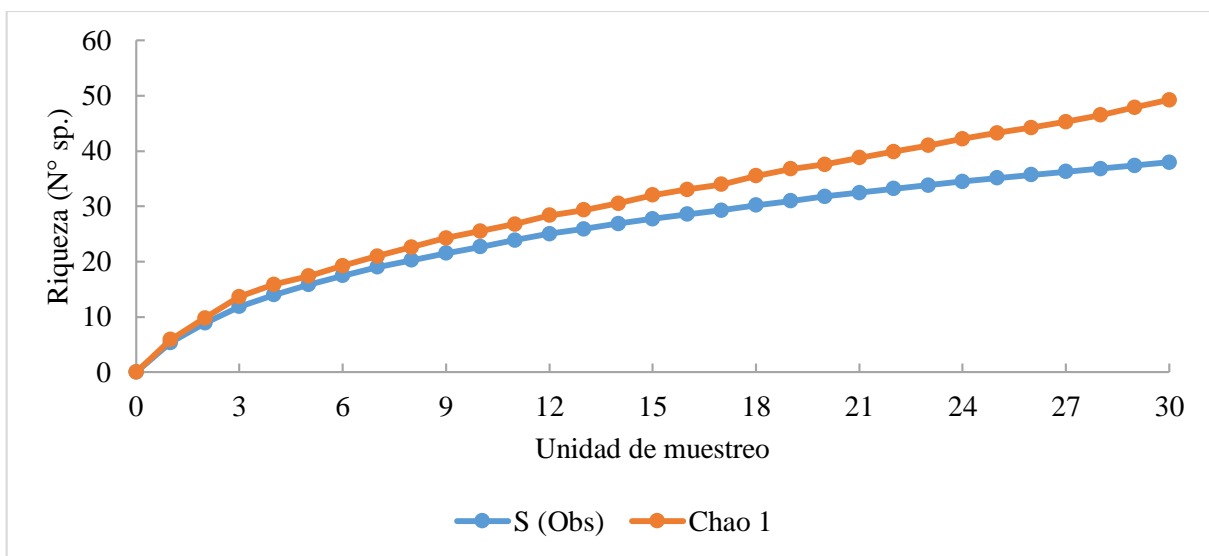


Figura 12. Curva de acumulación de especies en el componente herbáceo del bosque montano en el sector Villonaco, cantón Loja.

6.1.1.2. Composición florística en la gradiente altitudinal 2850 m s.n.m: Páramo.

Se registraron 1 496 individuos de hierbas, que pertenecen a 45 especies dentro 36 géneros y 24 familias (Tabla 12).

Tabla 12. Especies registradas en el páramo en un área de 24m² en el sector Villonaco, cantón Loja de la gradiente altitudinal 2850 m s.n.m.

Especie	Densidad (Ind/m ²)
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	381
<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steud.	318
<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeck	132
<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	89
<i>Viola dombeyana</i> DC.	60
<i>Elleanthus</i> sp.	55
<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	48
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	44
<i>Hieracium</i> sp.	38
<i>Pitcairnia pungens</i> Kunth	34
<i>Calamagrostis</i> sp.	27
<i>Gnaphalium elegans</i> Kunth	27
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	26
<i>Lupinus cf mutabilis</i> Sweet	22
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) ACSm.	20
<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	18

<i>Bomarea cf dissitifolia</i> Barker	16
<i>Chusquea</i> sp.	15
<i>Achyrocline hallii</i> Hieron.	12
<i>Oxalis peduncularis</i> Kunth	12
<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Fosberg	11
<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	8
<i>Gaultheria foliolosa</i> Benth.	8
<i>Stevia andina</i> B.L.Rob.	8
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	8
<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunth) Schltldl.	5
<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	5
<i>Galium cf hipocarpio</i> subsp. alluviale (Ehrend.) Dempster	5
<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	5
<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	4
<i>Calceolaria perfoliata</i> L.f.	4
<i>Gnaphalium americanum</i> Mill.	4
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	3
<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	3
<i>Epidendrum alfonsopozoi</i> Hágsater & Dodson	3
<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	3
<i>Sticherus revolutus</i> (Kunth) Ching.	3
<i>Baccharis nitida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2
<i>Brachyotum benthamianum</i> Triana	2
<i>Calceolaria</i> sp.	2
<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Plancha.	2
<i>Hypericum aciculare</i> Kunth	1
<i>Lycopodium clavatum</i> L.	1
<i>Paspalum bonplandianum</i> Flügge	1
<i>Tillandsia towarensis</i> Mez	1

En la Figura 13 se muestran las familias más diversas de estrato herbáceo de la cobertura páramo. Los totales de las familias registradas en los páramos se presentan en el Anexo 1.

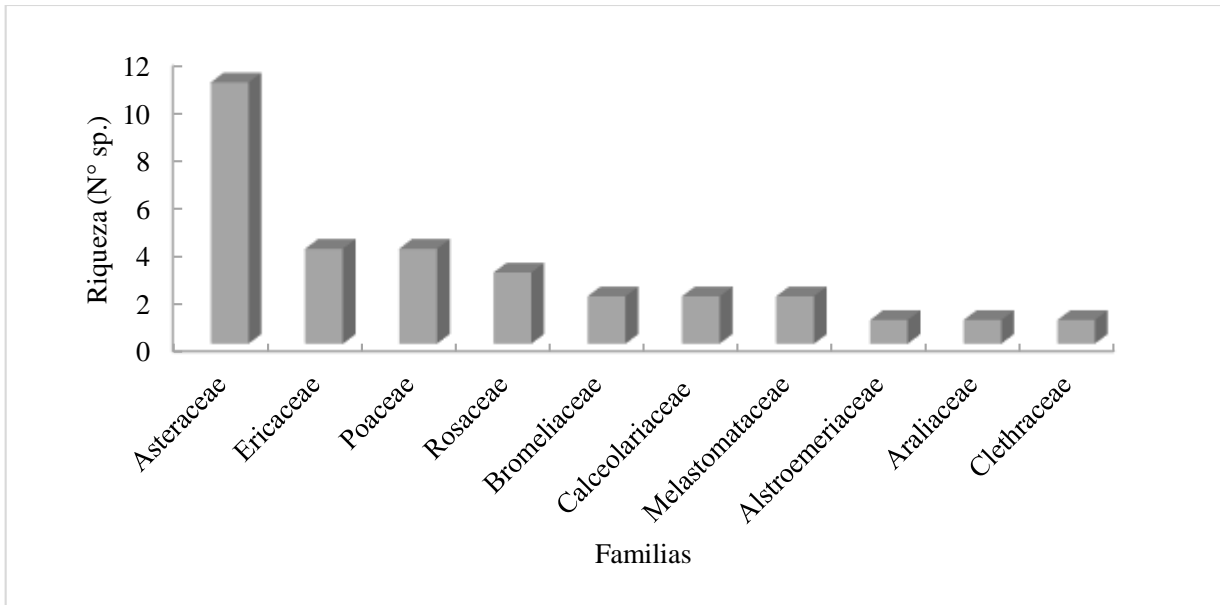


Figura 13 Diversidad de especies de las 10 familias más diversas del páramo de la gradiente altitudinal 2 850 m n.s.m en el sector Villonaco, cantón Loja.

– *Curva de acumulación de especiesden Páramo.*

La curva de acumulación de especies del páramo (Figura 14) indica que las unidades muestreadas fueron suficientes ya que la representatividad de las especies es del 97,40%, no se requiere implementar mas unidades de muestro.

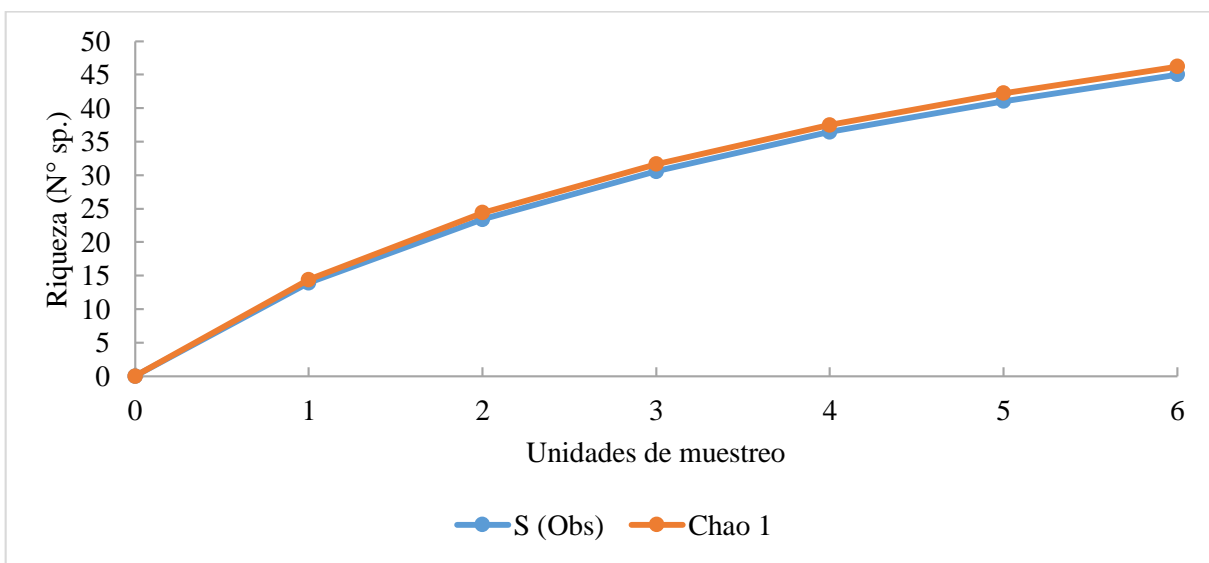


Figura 14. Curva de acumulación de especies del páramo en el sector Villonaco, cantón Loja.

6.1.2. Diversidad Alfa

La diversidad alfa del sitio Villonaco tiene una significancia media en todos los estratos estudiados. En la Tabla 13 se presenta la gradiente altitudinal, el tipo de cobertura, estrato y los índices de diversidad de Shannon (H') y Pielou (E) del sector Villonaco (Anexo 2 al 7).

Tabla 13. Índice de diversidad de Shannon y Pielou en las gradientes altitudinales de matorral, bosque y páramo de Villonaco.

Gradiente	Tipo cobertura	Estrato	Índice de diversidad	
			Shannon	Pielou
2500	Matorral	Arbustivo	2,41	0,02
		Herbáceo	2,33	0,03
2600	Bosque	Arbóreo	2,78	0,02
		Arbustivo	2,95	0,02
2850	Páramo	Herbáceo	2,34	0,01
		Herbáceo	2,65	0,01

6.1.3. Similitud de las especies encontradas en los tipos de vegetación estudiados

Se realizó la comparación de las tres coberturas vegetales usando el índice de similitud de Sorencen y se encontró que estas son florísticamente diferentes también, se observa el reemplazo de las especies en la gradiente altitudinal de acuerdo a las coberturas. Las coberturas bosque-matorral comparten 6,58 %, bosque-páramo 10,6 % y matorral-páramo 28,57 % de la vegetación que existe en el Villonaco (Tabla 14). También en la Figura 15 se observa que los valores de la distancia, indican diferencia de los ecosistemas, en el caso de bosque es muy diferente a las otras coberturas, mientras que matorral y páramo comparten algunas especies, aunque su similitud es baja.

Tabla 14. Comparación de la diversidad florística de las tres coberturas vegetales bosque (CB), matorral (CM) y páramo (CP), usando el índice de similitud de Sorencen

Coberturas	Indice de Sorensen	vegetacion compartida (%)
Cobertura bosque-matorral (CB_CM)	0,03	6,58
Cobertura bosque-páramo (CB_CP)	0,06	10,6
Cobertura matorral-páramo (CM_CP)	0,17	28,57

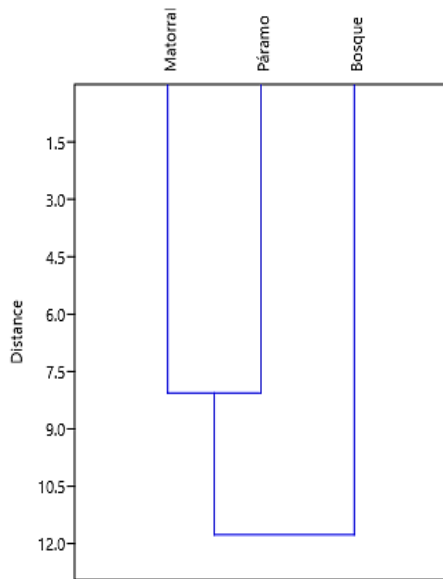


Figura 15. Dendrograma de comparación de las tres coberturas vegetales bosque, páramo y matorral, usando el índice de similitud de Sorencen

6.1.4. *Parámetros estructurales de la vegetación del cerro Villonaco*

6.1.4.1. Matorral (2500 m s.n.m.)

– *Componente arbustivo dentro de matorral*

En la Tabla 15 se detallan los parámetros estructurales de la cobertura matorral calculados con los datos de 418 individuos, en el cual se muestran las 10 especies representativas del componente arbustivo del sector Villonaco, de acuerdo al índice de valor de importancia (Ver Anexo 8).

Tabla 15. Parámetros estructurales de las 10 especies principales del componente arbustivo en la cobertura matorral a 2 500 m s.n.m.

Familia	Especie	Densidad (Ind/m ²)	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Melastomataceae	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	88	9,62	21,05	15,33
Ericaceae	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	75	5,77	17,94	11,86
Asteraceae	<i>Ageratina fastigiata</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	59	7,69	14,11	10,90
Proteaceae	<i>Roupala</i> sp.	39	7,69	9,33	8,51
Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	34	7,69	8,13	7,91
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	23	5,77	5,50	5,64

Escalloniaceae	<i>Escallonia micrantha</i> Mattf.	7	7,69	1,67	4,68
Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	23	3,85	5,50	4,67
Asteraceae	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	7	5,77	1,67	3,72
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	22	1,92	5,26	3,59
Total		418	100	100	100

Nota: Individuos (Ind), Frecuencia Relativa (FR), Densidad Relativa (DR), Índice de Valor de Importancia (IVI).

Las especies abundantes del componente arbustivo de la cobertura matorral conferencia en las intalaciones del Jardín Botánico Reinaldo Espinosa: *Miconia lutescens* (88); seguida de *Gaultheria reticulata* (75); *Ageratina fastigiata* (59) y *Roupala* sp. (39) individuos. Las especies que presentan menor abundancia fueron; *Arcytophyllum rivetii*; *Bejaria resinosa*; *Cacosmia rugosa* y *Gynoxys laurifolia* con un individuo.

Las especies con mayor IVI fueron: *Miconia lutescens* (15,33 %); *Gaultheria reticulata* (11,86 %); *Ageratina fastigiata* (10,90 %); y *Roupala* sp. (8,51 %). Mientras que las especies con menor IVI fueron: *Arcytophyllum rivetii*; *Bejaria resinosa*; *Cacosmia rugosa* y *Gynoxys laurifolia* con 1,08 %.

– *Componente herbáceo dentro del matorral*

En la Tabla 16 se detallan los parámetros estructurales de las hierbas asociadas al matorral calculados con los datos de 830 individuos, se muestran las 10 especies representativas de acuerdo al índice de valor de importancia (Ver Anexo 9).

Tabla 16. Parámetros estructurales de las 10 especies principales del componente herbáceo en la cobertura matorral a 2 500 m s.n.m

Familia	Especie	Densidad (Ind/m²)	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeck	161	8,00	19,40	13,70
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steud.	149	8,00	17,95	12,98
Poaceae	<i>Calamagrostis</i> sp.	141	8,00	16,99	12,49
Violaceae	<i>Viola dombeyana</i> DC.	91	8,00	10,96	9,48
Poaceae	<i>Chusquea</i> sp.	64	12,00	7,71	9,86
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	44	12,00	5,30	8,65
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	47	6,00	5,66	5,83
Lythraceae	<i>Cuphea ciliata</i> Ruiz & Pav.	35	2,00	4,22	3,11

Asteraceae	<i>Stevia andina</i> B.L.Rob.	28	4,00	3,37	3,69
Poaceae	<i>Sporobolus</i> sp.	19	2,00	2,29	2,14
Total		830	100	100	200

Nota: Individuos (Ind); Frecuencia Relativa (FR); Densidad Relativa (DR); Índice de Valor de Importancia (IVI).

Las especies abundantes del componente herbáceo de la cobertura matorral fueron; *Rhynchospora vulcani* (161); seguida de *Calamagrostis intermedia* (149); *Calamagrostis* sp. (141) y *Viola dombeyana* (91). Las especies que presentan menor abundancia fueron *Coreopsis venusta* (3); *Calceolaria calycina*; *Peperomia galioides*; y *Scorzoneroideis autumnalis* (1) individuo.

Las especies ecológicamente importantes (IVI) fueron; *Rhynchospora vulcani* (13,70 %); *Calamagrostis intermedia* (12,98 %); *Calamagrostis* sp. (12,98 %); y *Chusquea* sp. (9,86 %); mientras que las especies con menor IVI fueron: *Coreopsis venusta* (1,18 %); *Calceolaria calycina*; *Peperomia galioides* y *Scorzoneroideis autumnalis* (1,06 %) cada una.

6.1.4.2. Bosque montano bajo (2600 m s.n.m.)

– *Componente arbóreo dentro del bosque*

En la Tabla 17 se muestra los parámetros estructurales en el bosque montano bajo calculados con los datos de 256 individuos, en el cual se muestran las 10 especies representativas del componente arbóreo del Villonaco de acuerdo al índice de valor de importancia (Ver Anexo 10).

Tabla 17. Parámetros estructurales de las 10 especies representativas del componente arbóreo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.

Familia	Especie	Densidad (Ind/m ²)	Fr (%)	Dr (%)	DmR (%)	IVI (%)
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	48	7,7	18,8	20,9	15,8
Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	27	6,2	10,5	17,6	11,4
Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	45	6,2	17,6	7,3	10,4
Melastomataceae	<i>Axinaea floribunda</i> (Naudin) Triana	16	7,7	6,3	11,0	8,3
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp. 1	21	4,6	8,2	4,3	5,7
Primulaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	12	6,2	4,7	1,6	4,1

Rhamnaceae	<i>Frangula granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Grubov	9	4,6	3,5	1,7	3,3
Araliaceae	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	6	4,6	2,3	2,8	3,3
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.2	8	3,1	3,1	2,4	2,9
Araliaceae	<i>Oreopanax eriocephalus</i> Harms	5	4,62	2,0	1,80	2,8
Total		256	100	100	100	100

Nota: Individuos (Ind), Frecuencia Relativa (FR), Densidad Relativa (DR), Dominancia Relativa (DmR), Índice de Valor de Importancia (IVI).

Las especies abundantes del componente arbóreo fueron: *Morella pubescens* (48), seguida de *Gynoxys buxifolia* (45), *Clethra fimbriata* (27) y *Verbesina* sp. 1 (21). Las especies con menor abundancia fueron *Ceroxylon* sp., *Randia* sp., *Solanum aphyodendrom* y *Solanum oblongifolium*.

Las especies ecológicamente importantes del bosque (IVI) fueron: *Morella pubescens* (15,8%); *Clethra fimbriata* (11,4 %); *Gynoxys buxifolia* (10,4 %); *Axinaea floribunda* (8,3%); Mientras que las especies con menor IVI fueron: *Solanum oblongifolium*; *Ceroxylon* sp., *Randia* sp. y *Solanum aphyodendrom* (0,7 %).

– *Componente arbustivo dentro del bosque*

En la Tabla 18 se detallan los parámetros estructurales de los arbustos, se muestran las 10 especies representativas del componente arbustivo del Villonaco, de acuerdo al índice de valor de importancia (Ver Anexo 11).

Tabla 18. Parámetros estructurales de las 10 especies principales del componente arbustivo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.

Familia	Especie	Densidad (Ind/m ²)	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Viburnaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	92	7,89	21,85	14,87
Asteraceae	<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	46	7,89	10,93	9,41
Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	34	3,95	8,08	6,01
Melastomataceae	<i>Miconia villonacensis</i> Wurdack	17	3,95	4,04	3,99
Asteraceae	<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	21	2,63	4,99	3,81
Asteraceae	<i>Ageratina fastigiata</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	26	1,32	6,18	3,75
Melastomataceae	<i>Brachyotum benthamianum</i> Triana	19	2,63	4,51	3,57
Cordiaceae	<i>Cordia</i> sp.	18	2,63	4,28	3,45

Asteraceae	<i>Liabum igniarium</i> Menos.	14	2,63	3,33	2,98
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	12	2,63	2.85	2,74
Total		421	100	100	100

Nota: Individuos (Ind), Frecuencia Relativa (FR), Densidad Relativa (DR), Índice de Valor de Importancia (IVI).

Las especies abundantes fueron: *Viburnum triphyllum* (92), seguida de *Munnozia senecionidis* (46), *Lepechinia mutica* (34) y *Ageratina fastigiata* (26) individuos. Las especies con menor abundancia fueron *Hesperomeles obtusifolia*; *Monnina Hirta*; *Palicourea discolor*; *Solanum* sp.

Las especies con mayor IVI fueron: *Viburnum triphyllum* con (14,87 %), *Munnozia senecionidis* (9,41 %), *Lepechinia mutica* (6,01 %), *Miconia villonacensis* (3,99 %); mientras que las especies con menor IVI fueron: *Barnadesia aculeata*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Monnina hirta* y *Piper aduncum* (0,78 %).

– *Componente herbáceo dentro del bosque*

En la Tabla 19 se detallan los parámetros estructurales de las hierbas, se muestran las 10 especies representativas de acuerdo al índice de valor de importancia (resultados totales en Anexo 12).

Tabla 19. Parámetros estructurales de las 10 especies principales del componente herbáceo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.

Familia	Especie	Densidad (Ind/m ²)	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	356	6,98	44,44	25,71
Piperaceae	<i>Peperomia galioides</i> Kunth	74	6,98	9,24	8,11
Araliaceae	<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich.	52	2,33	6,49	5,55
Asteraceae	<i>Aetheolaena heterophylla</i> (Turcz.) B. Nord.	33	6,98	4,12	5,11
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	31	4,65	3,87	4,61
Orchidaceae	<i>Cranichis</i> sp.	26	6,98	3,25	4,41
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium complanatum</i> L.	25	2,33	3,12	4,30
Selaginellaceae	<i>Selaginella acanthostachys</i> Baker	25	2,33	3,12	4,26
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea</i> cf. <i>dissitifolia</i> Barker	18	6,98	2,25	2,81
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	18	2,33	2,25	2,72
Total		801	100	100	200

Nota: Número de individuos (N° Ind), Frecuencia Relativa (FR), Densidad Relativa (DR), Índice de Valor de Importancia (IVI).

Las especies abundantes del componente herbáceo fueron: *Blechnum occidentale* (356), seguida de *Peperomia galioides* (74), *Hydrocotyle humboldtii* (52) y *Aetheolaena heterophylla* (33) individuos. Las especies con menor abundancia son *Gomphichis caucana*, *Rhynchospora* sp., *Thelypteris brausei* y *Tillandsia tovarensis*.

Las especies ecológicamente importantes (IVI), son: *Blechnum occidentale* (25,71 %), *Peperomia galioides* (8,11 %), *Hydrocotyle humboldtii*. (5,55 %) y *Aetheolaena heterophylla* (5,11 %). Mientras que las especies con menor IVI fueron: *Cortaderia jubata*, *Gomphichis caucana*, *Thelypteris brausei* y *Tillandsia tovarensis* (0,64%).

6.1.4.3. Páramo (2 850 m s.n.m.).

En la Tabla 20 se muestran las 10 especies representativas del componente herbáceo del páramo del sector Villonaco, de acuerdo al índice de valor de importancia (resultados totales ver Anexo 13).

Tabla 20. Parámetros estructurales de las 10 especies sobresalientes del componente herbáceo del páramo de Villonaco a 2 850 m s.n.m.

Familia	Especie	Densidad (Ind/m ²)	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	381	5,81	25,47	15,64
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steud.	318	5,81	21,26	13,54
Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeck	132	4,65	8,82	6,74
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	44	5,81	2,94	4,38
Asteraceae	<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	89	1,16	5,95	3,56
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	48	3,49	3,21	3,35
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	26	4,65	1,74	3,19
Violaceae	<i>Viola dombeyana</i> DC.	60	2,33	4,01	3,17
Asteraceae	<i>Hieracium</i> sp.	38	3,49	2,54	3,01
Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) ACSm.	20	4,65	1,34	2,99
Total		1496	100	100	100

Nota: Número de individuos (N° Ind), Frecuencia Relativa (FR), Densidad Relativa (DR), Índice de Valor de Importancia (IVI).

Las especies abundantes fueron: *Orthrosanthus chimboracensis* (381), seguida de *Calamagrostis intermedia* (3,18), *Rhynchospora vulcani* (132) y *Senecio tephrosioides* (89). Las especies que presentan menor abundancia fueron: *Hypericum aciculare*, *Lycopodium clavatum*, *Paspalum bonplandianum* y *Tillandsia tovarensis*.

Las especies con mayor IVI fueron: *Orthrosanthus chimboracensis* (15,64 %), *Calamagrostis intermedia* con (13,54 %), *Rhynchospora vulcani* (6,74 %) y *Clinopodium taxifolium* (4,38 %); mientras que las especies con menor IVI fueron: *Hypericum aciculare*, *Lycopodium clavatum*, *Paspalum bonplandianum* y *Tillandsia tovarensis* (0,61 %).

6.1.5. Parámetros dasométricos y volumétricos del componente arbóreo del bosque montano sector Villonaco

– Área basal y volumen por especie

En el bosque montano del sector Villonaco de las 33 especies reportadas en el área de muestreo que es de 2 400 m² (0,24 ha), existe un área basal de 3,63 m² y volumen de 0,0021 m³/ha (Tabla 21). El factor de forma que se consideró fue de 0,7 (Anexo 14)

Tabla 21. Densidad, área basal y volumen de las 10 especies representativas registradas en el componente arbóreo en el bosque montano bajo a 2 600 m s.n.m

Familia	Especie	Densidad (Ind/m ²)	G (m ²)	V (m ³)	V (m ³)/ha
Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	27	0,64	4,12	17,15
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	48	0,76	3,61	15,04
Melastomataceae	<i>Axinaea floribunda</i> (Naudin) Triana	16	0,40	2,88	12,00
Solanaceae	<i>Brunfelsia</i> sp.	5	0,17	1,40	5,84
Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	45	0,27	1,10	4,60
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i> L.	3	0,12	0,95	3,95
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp. 1	21	0,16	0,71	2,98
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K.Hoffm.	3	0,08	0,69	2,88
Asteraceae	<i>Barnadesia aculeata</i> (Benth.) Chung	8	0,10	0,66	2,74
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	4	0,11	0,66	2,74
Total		256	3,63	20,73	86,37

Nota: N° Ind = número de individuos, Área Basal (G), Volumen (V).

La especie con mayor área basal (0,64 m²) y volumen 4,12 m³ es *Clethra fimbriata* le sigue *Morella pubescens* con 0,76 m² y 3,61 m³ y *Axinaea floribunda* con 16 individuos es la tercera especie en volumen con 2,88 m³.

Las especies con menor área basal y volumen fueron *Solanum aphyodendrom* 0,00 m² y 0,01 m³, *Ceroxylon* sp. 001 m² y 0,001 m³, *Myrcianthes rhopaloides* 0,03 m² y 0,20 m³.

– ***Estructura diamétrica del componente arbóreo del bosque montano***

Las clases diamétricas dan como resultado un gráfico con tendencia en forma de “J” invertida, en la clase diamétrica uno se registra el mayor número de individuos de árboles (Figura 16), seguida de la clase diamétrica dos con 84 individuos de árboles, las clases diamétricas con menor número de individuos fueron la seis y siete con 3 individuos cada una y la ocho con un individuo, las clases diamétricas de menor número de individuos registran árboles grandes y maduros.

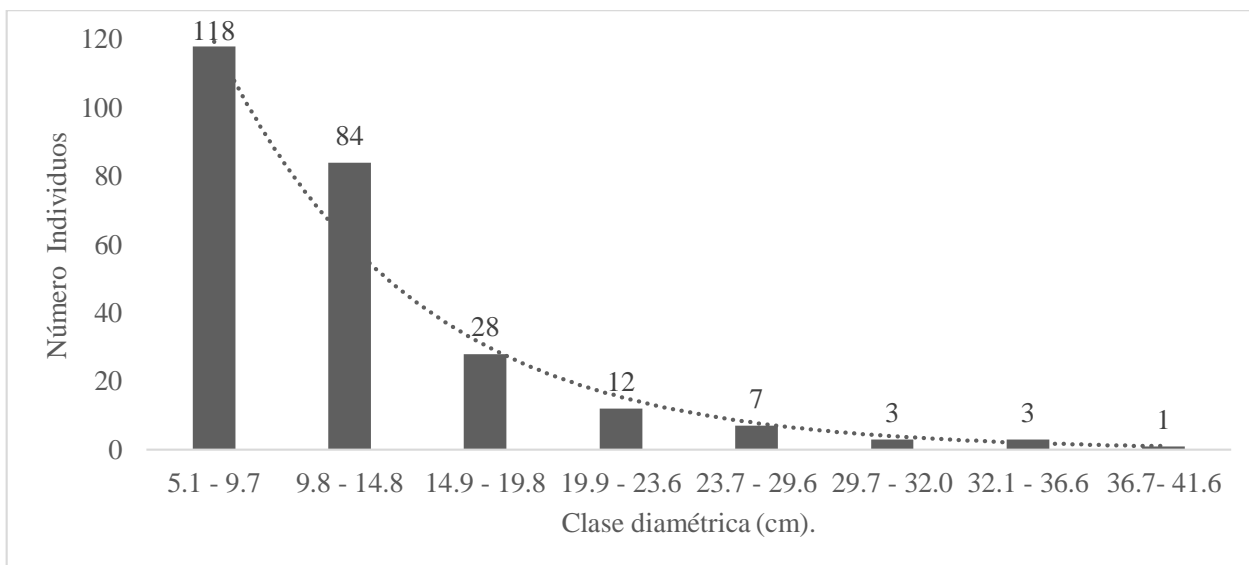


Figura 16. Estructura diamétrica del componente arbóreo registradas en el sector Villonaco.

6.2. Endemismo de las especies vegetales presentes en el sector Villonaco

En el área de estudio Villonaco se registraron 14 especies endémicas (Tabla 22), la mayoría se encuentran en la categoría Vulnerable según la UICN.

Tabla 22. Especies endémicas registradas en los tres rangos altitudinales 2500, 2600 y 2850 m s n.m. correspondientes a bosque, matorral y páramo en el sector Villonaco.

Familia	Especie	Categoría de Amenaza	Tipo de cobertura vegetal
Melastomataceae	<i>Miconia villonacensis</i> Wurdack	EN	Bosque
Calceolariaceae	<i>Calceolaria semiconnata</i> Pennell	EN	Bosque
Araliaceae	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	LC	Bosque
Araliaceae	<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Plancha.	LC	Páramo
Asteraceae	<i>Aetheolaena heterophylla</i> (Turcz.) B. Nord.	NT	Bosque
Primulaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	NT	Bosque
Araliaceae	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	VU	Bosque
Asteraceae	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron.	VU	Páramo
Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	VU	Matorral
Orchidaceae	<i>Epidendrum alfonsopozoi</i> Hágsater & Dodson	VU	Páramo
Asteraceae	<i>Barnadesia aculeata</i> (Benth.) Chung	VU	Bosque
Asteraceae	<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	VU	Bosque
Asteraceae	<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C.Jeffrey	VU	Bosque
Symplocaceae	<i>Symplocos fuscata</i> B. Stahl	VU	Bosque

Nota: Vulnerable (VU), Casi Amenazado (NT), En peligro (EN), Preocupación menor (LC).

6.3. Difusión de los resultados

En la Figura 17 se observa la socialización de los resultados de la investigación, la cual se realizó en el Jardín Botánico “Reinaldo Espinosa” con los estudiantes de décimo ciclo de la carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables. En la conferencia se expuso los resultados que se obtuvieron en la presente investigación del bosque siempreverde montano bajo, considerando la gradiente altitudinal en el sector Villonaco, el día 02 de noviembre 2022. El Anexo 15 se presenta el tríptico divulgativo e informativo de los resultados.



Figura 17. Difusión de los resultados de la investigación con actores locales e interesados en el jardín botánico Reinaldo Espinosa.

7. Discusión

7.1. Composición florística del matorral

En el matorral se registraron 46 especies, 41 géneros y 22 familias, resultado similar a lo reportado por Medina (2018) en el matorral del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” donde registraron 46 especies, 39 géneros y 21 familias. Por otra parte, Gómez et al. (2009) en vegetación de matorral, bajo plantaciones de *Pinus radiata* en Chile Central registran 48 especies, 46 géneros y 27 familias. Esta alta tasa de diversidad puede ser debida a la gradiente altitudinal y debidos a los ecotonos ente estos ecosistemas. Asimismo, los matorrales pueden aparecer por causas antrópicas luego de incendios, tala del bosque, cultivos o pastizales abandonados y naturales en el caso de deslizamientos de tierra como lo sostiene Acosta (2019).

Asteraceae, Ericaceae, Melastomataceae, Poaceae, Solanaceae, Rubiaceae, Cyperaceae, Orchidaceae y Araliaceae fueron las familias más diversas de los tres tipos de vegetación existente en el sector Villonaco; lo que concuerda con lo manifestado por Aguirre et al. (2017) para el bosque andino en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, donde mencionan a Rubiaceae, Araliaceae, Asteraceae, Melastomataceae y Primulaceae como las familias más representativas, también corroborado en estudios de Caranqui et al. (2016), Medina (2018) y Urgiles et al. (2018) aunque presentan familias diferentes como Geraniaceae, Gleicheniaceae y Bromeliaceae respectivamente. De la misma manera, Hofstede et al. (2014) afirma que las familias típicamente de páramo fueron Asteraceae, Orchidaceae, Poaceae, Melastomataceae y Bromeliaceae. Por otra parte, Cachiguango-Ulcuango (2019) en el páramo del parque Nacional Cotopaxi reporta como las más diversas a Poaceae y Asteraceae. Finalmente Cuesta et al. (2009) mencionan que las familias más diversas de bosque montano fueron Lauraceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Asteraceae y Ericaceae, lo que confirma y demuestra la riqueza de taxones dentro de este grupo de familias.

7.2. Composición florística de bosque montano

Los bosques montanos de Los Andes son conocidos por ser un reservorio de biodiversidad (Cuesta et al., 2009), tal riqueza florística fue corroborada en el sector Villonaco, pese a la alteración antrópica, con 109 especies, 48 géneros y 52 familias, esto difiere con lo reportado por; Aguirre et al., (2016) en el PUFVC (2250 m s.n.m.) registran 137 especies, 109

géneros en 50 familias; Alemán-Andrade (2021) en el sector Villonaco (2703- 2790 m s.n.m.) registró 39 especies, 31 géneros y 28 familias. Medina (2018) en el bosque mixto de Nogal en el PUFVC (2250 m s.n.m.) reporta 43 especies, 38 géneros y 29 familias; mostrando valores más bajos en la diversidad de especies. Esto sugiere que los remanentes de bosque montano existentes en el sur de Ecuador poseen y comparten una gran diversidad de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas confirmadas en este estudio, (Fernández et al., 2017); donde las condiciones ambientales influyen en la dinámica y estructura del hábitat de las especies, lo que los hace diversos según Peña-Claros et al. (2012).

7.3. Composición florística de páramo

En la cobertura páramo del sector Villonaco se registró 45 especies, 36 géneros y 24 familias, resultado similar a lo obtenido por Caranqui et al. (2016) en los páramos de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, que reporta 46 especies, 36 géneros y 20 familias. Cachiguango-Ulcuango (2019) en el páramo del Parque Nacional Cotopaxi, registra 53 especies, 46 géneros, 25 familias; más bajo a lo reportado por Urgiles et al. (2018) en un estudio en el páramo del sur del Ecuador, registró 66 especies, 49 géneros y 32 familias. Esto demuestra que los páramos de Villonaco a pesar de ser frecuentemente alterados por intervención antrópica albergan una considerable diversidad de flora, lo que es confirmado por Pulgar et al. (2010), capaces de desarrollar estrategias adaptativas a las condiciones climáticas (Chuncho y Chuncho, 2019) y son el hábitat de especies endémicas (Hofstede et al., 2014).

7.4. Diversidad específica (Alfa)

En las tres coberturas estudiadas el índice de Shannon en el sector Villonaco presenta una diversidad media, esto es corroborado por Cango (2018) y Medina (2018) que determinan una diversidad media en bosques andinos también de la región sur de Ecuador, demostrando la importancia biológica de los bosques de esta parte de Ecuador. Por esta razón conservar estos remanentes de vegetación en el sector Villonaco es necesario y urgente.

7.5. Similitud de la composición florística en las gradientes altitudinales (Diversidad Beta)

La comparación de las tres coberturas vegetales usando el índice de similitud de Sorencen, dio como resultado que estos ecosistemas son florísticamente diferentes debido al reemplazo de las especies en la gradiente altitudinal de acuerdo a las coberturas. Por su parte, el bosque y páramo solo comparten un 10,6 % de especies y el bosque con el matorral el 6,8 %, hay que recalcar que el rango de interpretación para el índice de similitud de Sorencen va de 0 a 33 % que significa que las coberturas son diferentes florísticamente, tal como indica Aguirre (2019). Las diferencias florísticas se deben a efectos de incendios forestales, fragmentación paulatina, remplazo de especies producto del cambio climático, la altitud que se encuentra cada tipo de cobertura vegetal y otras presiones antrópicas que soporta el sector Villonaco, aspectos confirmados por Calderon y Mareno (2019) y Caranqui (2014).

7.6. Parámetros estructurales de la vegetación de matorral

En el matorral del sector Villonaco se determinó como especies más importantes del estrato arbustivo a *Miconia lutescens*, *Gaultheria reticulata*, *Ageratina fastigiata* y *Roupala* sp.; mientras que en el estrato herbáceo a *Rhynchospora vulcani*, *Calamagrostis intermedia*, *Calamagrostis* sp. y *Chusquea* sp., estos resultados difieren con lo manifestado por Eras (2021) en Cajanuma donde se reporta para el estrato arbustivo a *Rhipidocladum harmonicum*, *Miconia* sp., *Piper* sp., *Miconia namandensis* y *Meriania sanguinea* y para hierbas a *Peperomia* sp., *Polystichum dubium* y *Blechnum fragile*. La diferencia de especies se da por la capacidad de adaptación, actividad humana y al tipo de cobertura que estas se encuentren según Acosta (2021) y Ramos et al. (2013).

7.7. Parámetros estructurales de la vegetación del bosque

Las especies ecológicamente importantes (IVI) del componente arbóreo del bosque son *Morella pubescens*, *Clethra fimbriata*, *Gynoxys buxifolia* y *Axinaea floribunda*. En el componente arbustivo son *Viburnum triphyllum*, *Munnozia senecionidis*, *Lepechinia mutica* y *Miconia villonacensis*. En el componente herbáceo *Blechnum occidentale*, *Peperomia galioides*, *Aetheolaena heterophylla* y *Cranichis* sp., la presencia de estas especies está determinada por las relaciones e interacciones entre ellas y el hábitat donde se desarrollan y su

relación es tan importante que en caso de que una de estas especies desapareciera el ecosistema se altera según lo afirma Díaz-Castelazo y Ruiz-Guerra (2021); es por ellos que no siempre se encuentran las mismas especies en lugares similares como lo demuestran Aguirre et al. (2021) que en el Sayo reporta a *Weinmannia latifolia*, *Ilex myricoides*, *Clusia alata* y *Hedyosmum purpurascens*; Medina (2018) en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro reporta a *Junglas neotropica*, *Solanum caripense* y *Verbesina lloensis*, que son ecosistemas similares, pero la diferencia posiblemente sea debido a la edad, los factores climáticos y otras condiciones de perturbación del bosque.

7.8. Parámetros estructurales de la vegetación de páramo

Las especies ecológicamente importantes (IVI) del páramo del sector Villonaco, fueron: *Orthrosanthus chimboracensis*, *Calamagrostis intermedia*, *Rhynchospora vulcani* y *Clinopodium taxifolium*, contrario a lo que reporta Cofre (2016) en el páramo de Cajanuma donde *Blechnum cordatum*, *Vaccinium floribundum* y *Hypericum lancioides* fueron las especies sobresalientes. Debido a que en cada ecosistema hay especies que interactúan con su ambiente abiótico y cada especie dependen unas de otras, y si su hábitat sufre algún efecto adverso su población cambiaría según afirma Bravo (2014) lo que ratifica que no existe similitud de especies ecológicamente importantes, aunque se trate de ecosistemas similares.

7.9. Parámetros dasométricos del componente arbóreo del bosque montano sector Villonaco

– Estructura diamétrica

La gráfica resultante de la distribución diamétrica presenta una tendencia en forma de “J” invertida, que según Aguirre et al. (2017) y Aguirre et al. (2021) se da cuando el bosque se encuentra en un proceso de recuperación, donde se observa que existen mayor número de individuos delgados y escasa presencia de árboles maduros; situación que es también confirmada por Cango (2018) en el bosque Huashapamba. Cabe destacar que la población estudiada es autoregenerativa debido a que hay una alta concentración de individuos en las clases menores.

– *Área basal y volumen*

El bosque de Villonaco tiene un área basal de 3,63 m² y volumen de 20,73 m³, resultado que difiere con lo reportado por Medina (2018) en el bosque de nogal en el PUFVC con 17,75 m²/ha de área basal y volumen de 219,95 m³/ha, esta diferencia se debe a que el bosque de nogal es una plantación dentro del bosque natural (Aguirre y Yaguana, 2014); también a lo reportado Aguirre et al. (2021) en el Sayo donde registran un área basal de 24,718 m²/ha y un volumen de 173,52 m³/ha; Aguirre et al. (2017) en el PUFVC que registraron un área basal de 16,88 m²/ha y un volumen de 77,57 m³/ha. Estas diferencias probablemente son debido a la diferencia estructural, a los diámetros y alturas disimiles entre los bosques comparados según Aguirre (2019), en consideración a que en el sector Villonaco cuenta con individuos delgados y pequeños producto de constantes alteraciones antrópicas.

7.10. Endemismo de las especies vegetales presentes en el sector Villonaco

En el Villonaco se registraron catorce especies endémicas, que difiere con Cango (2018) en el bosque Huashapamba donde registra 6 especies endémicas; también con Medina (2018) en su estudio en el PUFVC que identifica 7 especies endémicas, esta diferencia se debe a que en el sector de el Villonaco se establecen tres tipos de cobertura vegetal diferentes. El sector Villonaco tiene un alto grado de endemismo de especies vasculares, lo cual es importante para justificar las actividades de conservación de la diversidad florística y biológica en esta zona.

8. Conclusiones

- Los tres tipos de vegetación analizados en el sector Villonaco registra gran diversidad de flora, cuyo total fué 200 especies reportadas en los tres rangos altitudinales, representados por bosque, matorral y páramo.
- Las familias más diversas para el matorral, bosque y páramo del sector Villonaco son: Asteraceae, Ericaceae, Poaceae, Solanaceae, Cyperaceae y Ochidaceae.
- Las especies que sobresalen por su mayor IVI en la zona de estudio son para la cobertura matorral *Miconia lutescens* y *Rhynchospora vulcani*, en el bosque son *Morella pubescens*, *Viburnum triphyllum* y *Blechnum occidentale* y, en el páramo *Orthrosanthus chimboracensis* y *Calamagrostis intermedia*.
- La composición florística de las tres coberturas vegetales del sector Villonaco estudiadas son diferentes, aunque existen un reducido número de especies que son comunes en las tres coberturas, el matorral y páramo tienen más especies en común en comparación con el bosque.
- Los remanentes de vegetación natural presentes en el sector Villonaco tiene un alto valor ecológico y paisajístico, ya que alberga una interesante flora a pesar de las alteraciones antrópicas que soporta, este es el refugio de catorce especies endémicas de las cuales 8 son Vulnerables, 2 están en Peligro 2 especies son Casi Amenazada, lo cual justifica la necesidad de proteger y conservar estos remanentes de vegetación ubicados en la cercanía de la ciudad de Loja.

9. Recomendaciones

Que se realice el monitoreo de la vegetación de la zona de estudio, debido a que se encuentra en recuperación de la intervención antrópica y de esta manera generar información sobre la dinámica de crecimiento.

Que se realice otros tipos de estudio que genere información sobre la importancia de conservar los remanentes de vegetación del sector Villonaco, como captura de carbono, inflamabilidad de combustibles forestales que presenta este tipo de coberturas, ya que se visualizó la presencia de incendios forestales.

Que se utilice la información generada en el presente estudio para posteriores estudios y realicen comparaciones con nuevos resultados y así promover planes para procesos de restauración asistida.

10. Bibliografía.

- Acosta, M. B. (26 junio 2019). *Matorrales: Qué son, Tipos y Fauna*.
<https://www.ecologiaverde.com/matorrales-que-son-tipos-y-fauna-2103.html>
- Acosta, M. B. (18 agosto 2020). *Adaptaciones de las plantas: tipo, ejemplos y fotos - ¡Resumen!* <https://www.ecologiaverde.com/adaptaciones-de-las-plantas-tipos-y-ejemplos-2947.html>
- Aguirre, Z. (2018). *Biodiversidad Ecuatoriana, Estrategias, Herramientas e Instrumentos Para su Manejo y Conservación* [Archivo PDF]. Universidad Nacional de Loja . Loja-Ecuador: Primera Edición. <http://bit.ly/biodiversidadE>
- Aguirre, Z., Aguirre, N., y Muñoz, J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 523–542. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24206>
- 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. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24207>
- Aguirre, Z., Orellana, F., Jaramillo, N., Peña, J., y Quizhpe, W. (2021). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso en una parcela permanente en el bosque protector El Sayo, Loja, Ecuador. *Ciencia Latina* 3,5 (3), 3062–3080. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.506
- Aguirre, Z. (2019). Métodos para medir la biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. *Academia* (Primera Edición), 68.
- Aguirre, Z., y PMV (El Proyecto Mapa de Vegetación). (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito. Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012
- Aguirre, Z., Chinchero , M., Medina , B., y PMV. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito. Obtenido de Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012
- Aguirre, Z., Espinoza, F., Jaramillo , N., y Peña, J. (2021). Sucesión de especies vegetales leñosas bajo una plantación de *Eucalyptus globulus* Labill., en la hoya de Loja, Ecuador.

Revista Cubana de Ciencias Forestales, 9(2).
<https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/686/pdf>

Aguirre, Z., y Yaguna, C., Gaona, T. (2016). *Parque Universitario De Educación Ambiental Y Recreación Ing. Francisco Vivar Castro* [Archivo PDF]. Universidad Nacional de Loja. bit.ly/3L3bXT8

Alemán Andrade, M. (2021). *Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental del Proyecto Eólico Villonaco 2 (Emplazamiento Ducal Membrillo)* [Archivo PDF]. Proyecto, CELEC EP, Loja-Ecuador. bit.ly/45N2HKD

Baiker, J. (2022). *Los Bosques Andinos y el cambio Climático*. bit.ly/45Ospyu

Bravo, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador* [Archivo PDF]. Cuenca, Azuay, Ecuador: Publicación arbitrada de la Universidad Politécnica Salesiana. doi:978-9978-10-168-1 <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf>

Bustamante, E. (2009). *Composición Florística, Estructura y endemismo en el Bosque Seco de la Reserva Natural Laipuna, Macará, Loja* [Tesis de la Universidad Nacional de Loja]. Loja Ecuador . bit.ly/45MLAso

Cachiguango-Ulcuango , C. P. (2019). *Composición y cobertura florística en el páramo del Parque Nacional Cotopaxi en dos diferentes estados de conservación: páramo conservado y sobrepastoreado* [Tesis de la Universidad Central del Ecuador]. Quito. bit.ly/45sPYwQ

Calva, J., Ortiz, N., Calapucha, J., Chango, G., y Pallo , C. (2020). *Los Bosques de Ecuador* [Archivo PDF]. Universidad Estatal Amazonas. Pastaza, Ecuador. https://issuu.com/calva_johnson_1997/docs/los_bosque_de_ecuador

Camacho, M. (2013). *Los páramos ecuatorianos: caracterización y consideraciones para su conservación y aprovechamiento sostenible*. Universidad Central del Ecuador. *Catedra*. <https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/anales/article/download/1241/1227/4713>

Cango, L. (2018). *Composición Florística, Estructura y Endemismo Del Componente Leñoso Del Bosque Protector Huashapamba, cantón Saraguro, provincia de Loja* [Tesis de la Universidad Nacional de Loja]. Loja. bit.ly/45x9YhT

- Cano, A., y Stevenson, P. (2009). Diversidad y composidad y composición Florística de tres tipos de bosques en la estación Biológica Caparú. VAUPÉS. *Colombia Forestal*. 2-18. <https://bit.ly/3XRPXji>
- Caranqui, J., Lozano, P., y Reyes, J. (2016). Composición y diversidad florística de los páramos en la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, Ecuador. *Enfoque UTE Revista*, 7(1). doi:<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v7n1.86>
- Caranqui-Aldaz, J. (2014). Diversidad y similitud arborea de los bosques montanos de la provincia de Chimborazo. *Congreso de Ciencia y Tecnología Espe*. doi:1390-4663
- Carvajal, M., Mota, C., Alcaraz, C., Iglesias, M., y Martínez, M. (2014). Investigación sobre la Absorción de CO₂ por los cultivos más representativos de la región de Murcia. <https://bit.ly/44GBj0b>
- Cayuela, L., y Granzow-de la Cerda, I. (2012). Biodiversidad y conservación de bosques neotropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2). <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/7>
- Chuncho, C., y Chuncho, G. (2019). Páramos del Ecuador, importancia y afectaciones: Una revisión. *Bosque Latitud Cero*, 9(2), 71-83.
- Cofre Betancourt, D. (2016). *Composición florística, estructura y estimación de la biomasa vegetal de los páramos de Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus* [Tesis de la Universidad Nacional de Loja]. Universidad Nacional de Loja, Loja.
- Cuesta, F., Peralvo, M., y Valarezo, N. (2009). *Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Bosque Andino y Cambio Climático* [Archivo PDF]. ECOBONA. https://www.bosquesandinos.org/wp-content/uploads/2020/10/B_montanos.pdf
- Díaz-Castelazo, C., y Ruiz-Guerra, B. (2021). *Relaciones planta-animal en la naturaleza*: INECOL. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/907-relaciones-planta-animal-en-la-naturaleza>
- Eras, M. (2021). *Diversidad Florística arbustiva y herbácea en una parcela permanente del sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus, Loja, Ecuador* [Tesis de la

Universidad Nacional de Loja]. Universidad Nacional de Loja., Loja-Ecuador.
bit.ly/3R0eReU

FAO. (1999). *Taller sobre el programa de Evaluación de los Recursos Forestales en once países Latinoamericanos*. Turrialba, Costa Rica.
<https://www.fao.org/3/ad102s/AD102S00.htm#TopOfPage>

FAO. (2009). *Los bosques y el agua*. Roma. bit.ly/47XJEiO

FAO. (2012). *La importancia de los bosques frente al Cambio Climático*.
<https://www.fao.org/forestry/climatechange/53459/es/>

FAO, y PNUMA. (2020). *El Estado de los Bosques del mundo 2020. Versión resumida. Los bosques, la biodiversidad y las personas* [Tesis de la Universidad Nacional de Loja]. Roma. doi:<https://doi.org/10.4060/ca8985es>

Fernández, J., Niveló, C., y Astudillo, P. (2017). Variación de La Comunidad de Pequeños Mamíferos no Voladores en Bosques Altoandinos del Parque Nacional Cajas, Ecuador. *Mastozoología Neotropical*, 24(2), 347-354. bit.ly/3Z1g4Vh

Ginger, A. (2018). Deforestación en la Amazonía Ecuatoriana. *Green World Journal*, 1(3), 3.
<https://www.greenworldjournal.com/copia-de-article-v3-n1-002-2020>

Giorgis, M., Moreno, R., Cabido, M., y Palchetti, V. (2021). Flora vascular de las montañas de Córdoba (Argentina): características y distribución de las especies a través del gradiente altitudinal. *ResearchGate*, 56(3). doi:10.31055/1851.2372.v56.n3.30355

Gómez, P., Hahn, S., y San Martín, J. (2009). Estructura y Composición Florística de un Matorral Bajo Plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Chile Central. *Gayana Botánica*, 66(2). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0717-66432009000200010>

Gonzalez, J. (2019). *Composición florística y estructura del bosque fragmentado del lado occidental De La Central Eólica Villonaco Como Insumo Para Su Conectividad En Loja, Ecuador* [Tesis de la Universidad Nacional de Loja]. Loja Ecuador.

Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., Cerra, M. (2014). *Los Páramos Andinos* [Archivo PDF]. (UICN, Ed.) Quito, Ecuador.

- Holguín-Estrada , V. A., Alanís-Rodríguez, E., Aguirre-Calderón , O., Yerena-Yamallel, J., y Pequeño-Ledezma, M. (2021). Estructura y composición florística de un bosque de galería en un gradiente altitudinal en el noroeste de México. *SciELO*, 27(2). doi:<https://doi.org/10.21829/myb.2021.2722123>
- León, s., Valencia , R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa, C., y Navarrete, H. (2011). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. *Academia*. <https://bit.ly/43pPo1d>
- López, L., Becoche, J., Macías, D., Ruíz , K., Velasco, A., y Pineda, S. (2015). Estructura y Composición Florística Reserva Forestal de la Institución Educativa Cajete Popayan (Cauca). *Luna Azul*, 41. 131-151. <https://doi.org/10.17151/luaz.2015.41.8>
- Lozano, D., y Yaguana, C. (2021). Funcionalidad ecológica en plantaciones de eucalipto, en el Bosque Nacional Ipanema: cuál es la importancia de las plantaciones forestales en la restauración de áreas degradadas? *Bosques Latitud Cero*, 11(2), 10-31. doi:<https://doi.org/10.54753/blc.v11i2.1094>
- Lozano, P. (2002). *Los Tipos de Bosques en el Sur del Ecuador* [Archivo PDF]. Loja. <https://bit.ly/43kGphD>
- MAATE, (2021). *Ecuador alberga 12.5 millones de hectáreas de bosques*. <https://www.ambiente.gob.ec/ecuador-alberga-12-5-millones-de-hectareas-de-bosques/>
- MAE. (2013). *Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental* [Archivo PDF]. Ministerio del Ambiente del Ecuador, Subsecretaria de Patrimonio Natural, Quito. <https://bit.ly/3XVWXeY>
- MAE, (2015). *Programa Conservación de Bosques y REDD+* [Archivo PDF]. Obtenido de Ministerio del Ambiente <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/REED.pdf>
- MAE, y FAO. (2015). *Especies Forestales Árboreas y Arbustivas de los Bosques Montanos del Ecuador* [Archivo PDF]. Ministerio de Ambiente del Ecuador y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Quito. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/55826.pdf>

- Maldonado, S. (2016). *Estructura y Composición Florística del Bosque Siempreverde Montano Bajo de la Microcuenca el Suhi, Palanda, Zamora Chinchipe-Ecuador*. [Tesis de la Universidad Nacional de Loja] Loja-Ecuador. bit.ly/3sFOv7N
- Martínez, L., y Pérez, O. (24 de Enero de 2022). *Sucesión ecológica: la naturaleza cambiante*: INECOL. <https://bit.ly/3Y4NUbL>
- Medina, J. (2018). *Diversidad Florística y Estimación De La Captura De Carbono En Tres Ecosistemas Del Parque Universitario "Francisco Vivar Castro", Cantón Loja, Ecuador*. [Tesis de la Universidad Nacional de Loja], Loja- Ecuador. bit.ly/3qTvZIJ
- Noguera, E. (2017). El endemismo: Diferenciación del término métodos y aplicación. *Acta Zoológica Mexicana (n. s.)*. <http://www.scielo.org.mx/pdf/azm/v33n1/0065-1737-azm-33-01-00089.pdf>
- Orellana, F. (2021). *Composición Florística, Estructura y Endemismo del Componente Leñoso en una Parcela Permanente en el Bosque Montano de la Parroquia Santiago, Provincia de Loja Ecuador* [Tesis de la Universidad Nacional de Loja]. Loja. bit.ly/3Ei8nQX
- Palacios, B., Aguirre, Z., Lozano, D., y Yaguana, C. (2016). Riqueza, estructura y diversidad arbórea del Bosque Montano Bajo, Zamora Chinchipe-Ecuador. *Bosque Latitud Cero*, 6(2). <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/233/216>
- Peña-Claros, M., Poorter, L., Alarcón, A., Blate, G., Choque, U., Fredericksen, T., Toledo, M. (2012). Soil Effects on Forest Structure and Diversity in a Moist and a Dry Tropical Forest. *BIOTROPICA*, 44(3), 276–283. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2011.00813.x>
- Pulgar, Í., Izco, J., y Jadán, O. (2010). *Flora Selecta de los Pajonales de Loja (Ecuador)* (1era. edición ed.). Quito Ecuador. https://biblio.flacsoandes.edu.ec/shared/biblio_view.php?bibid=145051&tab=opac
- Quirós, K., y Quesada, R. (2010). *Composición Florística y Estructural de un Bosque Primario*. Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto tecnológico de Costa Rica. <https://www.researchgate.net/profile/Quesada-Monge/amp>

- Quizhpe, A., y Orellana, M. (2011). *Caracterización Florística y Estructura de la Vegetación Natural de la Quinta El Padmi, Provincia de Zamora Chinchipe* [Tesis de la Universidad Nacional de Loja].
- Quizhpe, W., Aguirre , Z., y Aguirre , N. (2016). Red de parcelas permanentes en el sur del Ecuador, herramienta para el monitoreo de la dinámica de la flora y vegetación. *Bosques Latitud Cero*, 6(2). <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/230>
- Ramos, R., Urbani, P., Garay , L., Razeto, P., Encina, F., y Medina, M. (2013). Identificación de especies ecológicamente relevantes para la Evaluación de Riesgo Ecológico: Una propuesta desde la ecología teórica. *Revista chilena de historia natural*, 86(1), 21-31. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2013000100003>
- Red List UICN. (2017). *Directrices de Uso de las Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN* [Archivo PDF]. Preparado por el Subcomité de Estandares y Peticiones de la Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN. http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/keydocuments/RedListGuidelines_SP.pdf
- Reyes, B. R. (2017). *Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque montano del parque universitario “Francisco Vivar Castro”, provincia de Loja, Ecuador* [Tesis de la Universidad Nacional de Loja]. Loja. <https://bit.ly/3NMJ7H3>
- Ron, S. R. (2020). *Regiones naturales del Ecuador*. BIOWEB. (P.U.C.E Ecuador, Productor) <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/RegionesNaturales>
- Salgado, S., Cuesta, , F., Báez,, S., Medina-Torres, B., Josse, C., Romoleroux, K., y PMV. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental*. Ministerio del Ambiente del Ecuador [Archivo PDF]. Quito. Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012 <https://bit.ly/46Og6TQ>
- Sarmiento, F. (2000). *Diccionario de Ecología: Paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica*. Quito. <https://books.google.com.ec/books?id=vt1BF53n3woC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>

- Soler, P., Berroterán, J., Gil, J., y Acosta, R. (2012). Índice valor de importancia, diversidad y similaridad florística de especies leñosas en tres ecosistemas de los llanos centrales de Venezuela. *Scielo*, 62(1-4).
http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2012000100003
- Urbanetz, C., Salis, S., Lehn, C., y Bueno, M. (2012). Composição e distribuição de espécies arbóreas em gradiente altitudinal, Morraria do Urucum, Brasil. *Australis Oecology*, 16(4). doi:10.4257/oeco.2012.1604.10
- Urgiles, N., Cofre, D., Loján, P., Maita, J., Alvarez, P., Báez, S., . . . Aguirre, N. (2018). Diversidad de plantas, estructura de la comunidad y biomasa aérea en un páramo del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 8(1).
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., y Gast, F. (2004). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad* [Archivo PDF]. Programa de inventarios de Biodiversidad Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA).
<http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31419/63.pdf>
- WRI, I. (2007). *La riqueza del pobre, gestionar los ecosistemas para combatir la riqueza* [Archivo PDF]. Ecoespaña.
http://pdf.wri.org/recursos_mundiales_la_riqueza_del_pobre.pdf
- Yaguana, C., Lozano, D., Neill, D., y Asanza, M. (2012). Diversidad florística y estructura del bosque nublado del Río Numbala, Zamora-Chinchipec, Ecuador: El “bosque gigante” de Podocarpaceae adyacente al Parque Nacional Podocarpus. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 1(3). <https://bit.ly/3JRbcvt>
- Zamora, M. (2010). *Caracterización de la flora y estructura de un bosque Transicional Húmedo a Seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica* [Tesis del Instituto Tecnológico de Costa Rica.] Costa Rica. <https://core.ac.uk/download/pdf/60991546.pdf>

11. Anexos.

Anexo 1. Número de especies por familia, de acuerdo a las tres gradientes altitudinales.

Grupo altitudinal 2600 m s.n.m.					Grupo altitudinal 2500 m s.n.m.					Grupo altitudinal 2580 m s.n.m.	
Arbóreas		Arbustivas		Herbáceas		Arbustivas		Herbáceas		herbáceas	
Familia	N° sp	Familia	N° sp	Familia	N° sp	Familia	N° sp	Familia	N° sp	Familia	N° sp
Asteraceae	7	Asteraceae	10	Cyperaceae	3	Asteraceae	7	Poaceae	6	Asteraceae	11
Solanaceae	5	Rubiaceae	4	Orchidaceae	3	Ericaceae	3	Asteraceae	5	Ericaceae	4
Araliaceae	3	Solanaceae	4	Asteraceae	2	Melastomataceae	3	Calceolariaceae	2	Poaceae	4
Phyllanthaceae	2	Melastomataceae	3	Lycopodiaceae	2	Lamiaceae	2	Iridaceae	2	Rosaceae	3
Primulaceae	2	Piperaceae	3	Oxalidaceae	2	Proteaceae	2	Cyperaceae	1	Bromeliaceae	2
Aquifoliaceae	1	Ericaceae	2	Poaceae	2	Campanulacea	1	Dennstaedtiaceae	1	Calceolariaceae	2
Arecaceae	1	Lamiaceae	2	Pteridaceae	2	Clethraceae	1	Lycopodiaceae	1	Melastomataceae	2
Clethraceae	1	Rosaceae	2	Smilacaceae	1	Escalloniaceae	1	Lythraceae	1	Alstroemeriaceae	1
Clusiaceae	1	Adoxaceae	1	Alstroemeriaceae	1	Myricaceae	1	Polygonaceae	1	Araliaceae	1
Cunoniaceae	1	Boraginaceae	1	Araceae	1	Rubiaceae	1	Violaceae	1	Clethraceae	1
Lauraceae	1	Ericaceae	1	Araliaceae	1	Sapindaceae	1	Piperaceae	1	Cyperaceae	1
Melastomataceae	1	Onagraceae	1	Begoniaceae	1	Smilacaceae	1			Dennstaedtiaceae	1
Meliaceae	1	Polygalaceae	1	Blechnaceae	1					Fabaceae	1
Myricaceae	1	Proteaceae	1	Bromeliaceae	1					Gleicheniaceae	1
Myrtaceae	1	Siparunaceae	1	Calceolariaceae	1					Hypericaceae	1
Rhamnaceae	1			Caryophyllaceae	1					Iridaceae	1
Rosaceae	1			Commelinaceae	1					Lamiaceae	1
Rubiaceae	1			Dioscoreaceae	1					Lycopodiaceae	1
Symplocaceae	1			Dryopteridaceae	1					Orchidaceae	1
				Passifloraceae	1					Orquidea	1
				Piperaceae	1					Oxalidaceae	1
				Polygonaceae	1					Rubiaceae	1
				Polypodiaceae	1					Valerianaceae	1
				Rosaceae	1					Violaceae	1
				Rubiaceae	1						
				Selaginellaceae	1						
				Solanaceae	1						
				Thelypteridaceae	1						
				Urticaceae	1						
				Violaceae	1						

Anexo 2. Índice de Shannon y Pielou del componente arbustivo del matorral, sector Villonaco-rango 2500 m s.n.m.

Familia	Especie	F	Pi	LnPi	Pi*LnPi
Asteraceae	<i>Ageratina fastigiata</i> (Kunth) R.M. King y H.Rob.	59	0,14	-1,96	-0,28
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum rivetii</i> Danguy & Cherm.	1	0,00	-6,04	-0,01
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2	0,00	-5,34	-0,03
Asteraceae	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	7	0,02	-4,09	-0,07
Ericaceae	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex Lf	1	0,00	-6,04	-0,01
Melastomataceae	<i>Brachyotum benthamianum</i> Triana	4	0,01	-4,65	-0,04
Campanulacea	<i>Burmeistera</i> sp.	2	0,00	-5,34	-0,03
Asteraceae	<i>Cacosmia rugosa</i> Kunth	1	0,00	-6,04	-0,01
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	23	0,06	-2,90	-0,16
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	22	0,05	-2,94	-0,15
Asteraceae	<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	4	0,01	-4,65	-0,04
Asteraceae	<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C.Jeffrey	9	0,02	-3,84	-0,08
Ericaceae	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	5	0,01	-4,43	-0,05
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	3	0,01	-4,94	-0,04
Escalloniaceae	<i>Escallonia micrantha</i> Mattf.	7	0,02	-4,09	-0,07
Ericaceae	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	75	0,18	-1,72	-0,31
Asteraceae	<i>Gynoxys laurifolia</i> (Kunth) Cass.	1	0,00	-6,04	-0,01
Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	34	0,08	-2,51	-0,20
Melastomataceae	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	88	0,21	-1,56	-0,33
Myricaceae	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os	3	0,01	-4,94	-0,04
Proteaceae	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	3	0,01	-4,94	-0,04
Proteaceae	<i>Roupala</i> sp.	39	0,09	-2,37	-0,22
Smilacaceae	<i>Smilax domingensis</i> Willd.	2	0,00	-5,34	-0,03
Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	23	0,06	-2,90	-0,16
Total		418		-99,58	-2,41
				Shannon	2,41
				Pielou	0,02

Nota: Individuo por especie (Ind/sp). Proporción de la muestra que corresponde a la especie (Pi); Logaritmo natural (Ln).

Anexo 3. Índice de Shannon y Pielou observado en el estrato herbáceo del matorral a 2500 m s.n. m.

Familia	Especie	F	Pi	LnPi	Pi*LnPi
Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	3	0,00	-5,62	-0,02
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steud.	149	0,18	-1,72	-0,31
Poaceae	<i>Calamagrostis ligulata</i> (Kunth) Hitchc.	8	0,01	-4,64	-0,04
Poaceae	<i>Calamagrostis</i> sp.	141	0,17	-1,77	-0,30
Calceolariaceae	<i>Calceolaria calycina</i> Benth.	1	0,00	-6,72	-0,01
Calceolariaceae	<i>Calceolaria perfoliata</i> L.f.	7	0,01	-4,78	-0,04
Poaceae	<i>Chusquea</i> sp.	64	0,08	-2,56	-0,20
Asteraceae	<i>Coreopsis venusta</i> Kunth	3	0,00	-5,62	-0,02
Poaceae	<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine ex Carrière) Stapf	5	0,01	-5,11	-0,03
Lythraceae	<i>Cuphea ciliata</i> Ruiz & Pav.	35	0,04	-3,17	-0,13
Asteraceae	<i>Gnaphalium elegans</i> Kunth	5	0,01	-5,11	-0,03
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium complanatum</i> L.	4	0,00	-5,34	-0,03
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tiliifolia</i> Wedd.	10	0,01	-4,42	-0,05
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	47	0,06	-2,87	-0,16
Piperaceae	<i>Peperomia galioides</i> Kunth	1	0,00	-6,72	-0,01
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	44	0,05	-2,94	-0,16
Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeck	161	0,19	-1,64	-0,32
Asteraceae	<i>Scorzoneroides autumnalis</i> (L.) Moench	1	0,00	-6,72	-0,01
Iridaceae	<i>Sisyrinchium tinctorium</i> Kunth	3	0,00	-5,62	-0,02
Poaceae	<i>Sporobolus</i> sp.	19	0,02	-3,78	-0,09
Asteraceae	<i>Stevia andina</i> B.L.Rob.	28	0,03	-3,39	-0,11
Violaceae	<i>Viola dombeyana</i> DC.	91	0,11	-2,21	-0,24
Total		830	1,00	-92,47	-2,33
				Shannon	2,33
				Pielou	0,03

Nota: Individuo por especie (Ind/sp). Proporción de la muestra que corresponde a la especie (Pi); Logaritmo natural (Ln).

Anexo 4. Índice de Shannon y Pielou observado en el componente arbóreo del bosque montano del Villonaco a 2600 m s. n. m.

Familia	Especie	F	Pi	LnPi	Pi*LnPi
Melastomataceae	<i>Axinaea floribunda</i> (Naudin) Triana	16	0,06	-2,77	-0,17
Asteraceae	<i>Barnadesia aculeata</i> (Benth.) Chung	8	0,03	-3,47	-0,11
Solanaceae	<i>Brunfelsia</i> sp.	5	0,02	-3,94	-0,08
Arecaceae	<i>Ceroxylon</i> sp.	1	0,00	-5,55	-0,02
Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	27	0,11	-2,25	-0,24
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	2	0,01	-4,85	-0,04
Asteraceae	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H.Rob.	5	0,02	-3,94	-0,08
Asteraceae	<i>Dendrophorbium</i> sp.	2	0,01	-4,85	-0,04
Rhamnaceae	<i>Frangula granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Grubov	9	0,04	-3,35	-0,12
Primulaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	12	0,05	-3,06	-0,14
Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	45	0,18	-1,74	-0,31
Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (DC.) Lindl	1	0,00	-5,55	-0,02
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K.Hoffm.	3	0,01	-4,45	-0,05
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i> sp.	2	0,01	-4,85	-0,04
Aquifoliaceae	<i>Ilex rupicola</i> Kunth	1	0,00	-5,55	-0,02
Asteraceae	<i>Kaunia</i> cf. <i>longipetiolata</i> (son. Bipex Rusby	2	0,01	-4,85	-0,04
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	48	0,19	-1,67	-0,31
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	1	0,00	-5,55	-0,02
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	1	0,00	-5,55	-0,02
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	4	0,02	-4,16	-0,06
Araliaceae	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	2	0,01	-4,85	-0,04
Araliaceae	<i>Oreopanax eriocephalus</i> Harms	5	0,02	-3,94	-0,08
Araliaceae	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	6	0,02	-3,75	-0,09
Rubiaceae	<i>Randia</i> sp.	1	0,00	-5,55	-0,02
Meliaceae	<i>Ruagea</i> sp.	2	0,01	-4,85	-0,04
Solanaceae	<i>Solanum aphyodendrom</i> S. Knapp	1	0,00	-5,55	-0,02
Solanaceae	<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter	3	0,01	-4,45	-0,05
Solanaceae	<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	1	0,00	-5,55	-0,02
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	2	0,01	-4,85	-0,04
Symplocaceae	<i>Symplocos fuscata</i> B. Stahl	6	0,02	-3,75	-0,09
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.	21	0,08	-2,50	-0,21
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.2	8	0,03	-3,47	-0,11
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i> L.	3	0,01	-4,45	-0,05
		256		-139,41	-2,78
		Shannon		2,779	
		Pielou		0,02	

Anexo 5. Índice de Shannon y Pielou observada en el componente arbustivo del bosque del Villonaco rango 2600 m s. n. m.

Familia	Especie	F	Pi	LnPi	Pi*LnPi
Asteraceae	<i>Aetheolaena heterophylla</i> (Turcz.) B. Nord.	1	0,00	-6,04	-0,01
Asteraceae	<i>Ageratina</i> sp.	7	0,02	-4,10	-0,07
Asteraceae	<i>Ageratina fastigiata</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	26	0,06	-2,78	-0,17
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum rivetii</i> Danguy & Cherm.	6	0,01	-4,25	-0,06
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2	0,00	-5,35	-0,03
Asteraceae	<i>Barnadesia aculeata</i> (Benth.) Chung	1	0,00	-6,04	-0,01
Ericaceae	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex Lf	8	0,02	-3,96	-0,08
Melastomataceae	<i>Brachyotum benthamianum</i> Triana	19	0,05	-3,10	-0,14
Solanaceae	<i>Cestrum tomentosum</i> L.f.	5	0,01	-4,43	-0,05
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	12	0,03	-3,56	-0,10
Cordiaceae	<i>Cordia</i> sp.	18	0,04	-3,15	-0,13
Asteraceae	<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	21	0,05	-3,00	-0,15
Asteraceae	<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C.Jeffrey	10	0,02	-3,74	-0,09
Onagraceae	<i>Fuchsia ayavacensis</i> Kunth	4	0,01	-4,66	-0,04
Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (DC.) Lindl.	1	0,00	-6,04	-0,01
Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	34	0,08	-2,52	-0,20
Asteraceae	<i>Liabum igniarium</i> Menos.	14	0,03	-3,40	-0,11
Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) ACSm.	3	0,01	-4,94	-0,04
Melastomataceae	<i>Miconia villonacensis</i> Wurdack	17	0,04	-3,21	-0,13
Polygalaceae	<i>Monnina Hirta</i> (bonpl) Eriksen	1	0,00	-6,04	-0,01
Asteraceae	<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	46	0,11	-2,21	-0,24
Proteaceae	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	5	0,01	-4,43	-0,05
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	11	0,03	-3,64	-0,10
Rubiaceae	<i>Palicourea discolor</i> K.Krause	1	0,00	-6,04	-0,01
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	1	0,00	-6,04	-0,01
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	1	0,00	-6,04	-0,01
Piperaceae	<i>Piper asperiusculum</i> Kunth	10	0,02	-3,74	-0,09
Piperaceae	<i>Piper barbatum</i> Kunth	11	0,03	-3,64	-0,10
Rosaceae	<i>Rubus bogotensis</i> HBK	10	0,02	-3,74	-0,09
Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	2	0,00	-5,35	-0,03
Smilacaceae	<i>Smilax domingensis</i> Willd.	6	0,01	-4,25	-0,06
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	1	0,00	-6,04	-0,01
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp. 1	3	0,01	-4,94	-0,04
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp. 2	1	0,00	-6,04	-0,01
Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn,	2	0,00	-5,35	-0,03
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	4	0,01	-4,66	-0,04
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.	4	0,01	-4,66	-0,04
Viburnaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	92	0,22	-1,52	-0,33
Total		421		-166,68	-2,95
				Shannon	2,953
				Pielou	0,02

Anexo 6. Índice de Shannon y Pielou observada en el componente herbáceo del bosque del sector Villonaco rango 2600 m s.n.m.

Familia	Especie	F	Pi	LnPi	Pi*LnPi
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	18	0,02	-3,80	-0,09
Asteraceae	<i>Aetheolaena heterophylla</i> (Turcz.) B. Nord.	33	0,04	-3,19	-0,13
Araceae	<i>Anthurium</i> sp.	2	0,00	-5,99	-0,01
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i> sp.	1	0,00	-6,69	-0,01
Begoniaceae	<i>Begonia acerifolia</i> Kunth	17	0,02	-3,85	-0,08
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	356	0,44	-0,81	-0,36
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea</i> cf. <i>dissitifolia</i> Barker	18	0,02	-3,80	-0,09
Calceolariaceae	<i>Calceolaria semiconnata</i> Pennell	13	0,02	-4,12	-0,07
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp.	8	0,01	-4,61	-0,05
Poaceae	<i>Chusquea scandens</i> Kunth	12	0,01	-4,20	-0,06
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	8	0,01	-4,61	-0,05
Poaceae	<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine ex Carrière) Stapf	1	0,00	-6,69	-0,01
Orchidaceae	<i>Cranichis</i> sp.	26	0,03	-3,43	-0,11
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	5	0,01	-5,08	-0,03
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	1	0,00	-6,69	-0,01
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i> sp.	2	0,00	-5,99	-0,01
Orchidaceae	<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.	1	0,00	-6,69	-0,01
Araliaceae	<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich.	52	0,06	-2,73	-0,18
Rosaceae	<i>Lachemilla</i> sp.	8	0,01	-4,61	-0,05
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium complanatum</i> L.	25	0,03	-3,47	-0,11
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	17	0,02	-3,85	-0,08
Orchidaceae	<i>Malaxis</i> sp.	1	0,00	-6,69	-0,01
Asteraceae	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	11	0,01	-4,29	-0,06
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	3	0,00	-5,59	-0,02
Oxalidaceae	<i>Oxalis peduncularis</i> Kunth	3	0,00	-5,59	-0,02
Oxalidaceae	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav. ex G.Don	5	0,01	-5,08	-0,03
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	1	0,00	-6,69	-0,01
Piperaceae	<i>Peperomia galioides</i> Kunth	74	0,09	-2,38	-0,22
Urticaceae	<i>Phenax</i> sp.	6	0,01	-4,89	-0,04
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp.	1	0,00	-6,69	-0,01
Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i> sp.	1	0,00	-6,69	-0,01
Selaginellaceae	<i>Selaginella acanthostachys</i> Baker	25	0,03	-3,47	-0,11
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	31	0,04	-3,25	-0,13
Rubiaceae	<i>Spermacoce alata</i> Aubl.	5	0,01	-5,08	-0,03
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	6	0,01	-4,89	-0,04
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris brausei</i> (Hieron.) Alston	1	0,00	-6,69	-0,01
Bromeliaceae	<i>Tillandsia towarensis</i> Mez	1	0,00	-6,69	-0,01
Violaceae	<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem. & Schult.	2	0,00	-5,99	-0,01
Total		801		-185,48	-2,34
		Shannon		2,34	
		Pielou		0,01	

Anexo 7. Índice de Shannon y Pielou observada en el componente herbáceo en páramos del sector Villonaco-rango 2850 m s.n.m

Familia	Especie	F	Pi	LnPi	Pi*LnPi
Asteraceae	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron.	12	0,01	-4,83	-0,04
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunth) Schtdl.	5	0,00	-5,70	-0,02
Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	4	0,00	-5,92	-0,02
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	3	0,00	-6,21	-0,01
Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2	0,00	-6,62	-0,01
Asteraceae	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	5	0,00	-5,70	-0,02
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea cf dissitifolia</i> Barker	16	0,01	-4,54	-0,05
Melastomataceae	<i>Brachyotum benthamianum</i> Triana	2	0,00	-6,62	-0,01
Poaceae	<i>Calamagrostis</i> sp.	27	0,02	-4,01	-0,07
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steud.	318	0,21	-1,55	-0,33
Calceolariaceae	<i>Calceolaria perfoliata</i> L.f.	4	0,00	-5,92	-0,02
Calceolariaceae	<i>Calceolaria</i> sp.	2	0,00	-6,62	-0,01
Poaceae	<i>Chusquea</i> sp.	15	0,01	-4,60	-0,05
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	3	0,00	-6,21	-0,01
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	44	0,03	-3,53	-0,10
Ericaceae	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	8	0,01	-5,23	-0,03
Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> sp.	55	0,04	-3,30	-0,12
Orchidaceae	<i>Epidendrum alfonsopozoi</i> Hágsater & Dodson	3	0,00	-6,21	-0,01
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Fosberg	5	0,00	-5,70	-0,02
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Fosberg	11	0,01	-4,91	-0,04
Ericaceae	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	5	0,00	-5,70	-0,02
Ericaceae	<i>Gaultheria foliolosa</i> Benth.	8	0,01	-5,23	-0,03
Asteraceae	<i>Gnaphalium americanum</i> Mill.	4	0,00	-5,92	-0,02
Asteraceae	<i>Gnaphalium elegans</i> Kunth	27	0,02	-4,01	-0,07
Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	18	0,01	-4,42	-0,05
Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	3	0,00	-6,21	-0,01
Asteraceae	<i>Hieracium</i> sp.	38	0,03	-3,67	-0,09
Hypericaceae	<i>Hypericum aciculare</i> Kunth	1	0,00	-7,31	0,00
Fabaceae	<i>Lupinus cf mutabilis</i> Sweet	22	0,01	-4,22	-0,06
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	1	0,00	-7,31	0,00
Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) ACSm.	20	0,01	-4,31	-0,06
Araliaceae	<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Plancha.	2	0,00	-6,62	-0,01
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	381	0,25	-1,37	-0,35
Oxalidaceae	<i>Oxalis peduncularis</i> Kunth	12	0,01	-4,83	-0,04
Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flügge	1	0,00	-7,31	0,00
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia pungens</i> Kunth	34	0,02	-3,78	-0,09
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	26	0,02	-4,05	-0,07
Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeck	132	0,09	-2,43	-0,21
Asteraceae	<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	89	0,06	-2,82	-0,17
Asteraceae	<i>Stevia andina</i> B.L.Rob.	8	0,01	-5,23	-0,03
Gleicheniaceae	<i>Sticherus revolutus</i> (Kunth) Ching.	3	0,00	-6,21	-0,01
Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	8	0,01	-5,23	-0,03
Bromeliaceae	<i>Tillandsia tovarensis</i> Mez	1	0,00	-7,31	0,00
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	48	0,03	-3,44	-0,11
Violaceae	<i>Viola dombeyana</i> DC.	60	0,04	-3,22	-0,13
	Total	1496	1,00	-226,12	-2,65
			Shannon	2,65	
			Pielou	0,01	

Anexo 8. Parámetros estructurales de las especies del componente arbustivo en la cobertura matorral a 2500 m s.n.m.

Familia	Especie	Densidad (Ind/m²)	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Melastomataceae	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	88	9,62	21,05	15,33
Ericaceae	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	75	5,77	17,94	11,86
Asteraceae	<i>Ageratina fastigiata</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	59	7,69	14,11	10,90
Proteaceae	<i>Roupala</i> sp.	39	7,69	9,33	8,51
Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	34	7,69	8,13	7,91
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	23	5,77	5,50	5,64
Escalloniaceae	<i>Escallonia micrantha</i> Mattf.	7	7,69	1,67	4,68
Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	23	3,85	5,50	4,67
Asteraceae	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	7	5,77	1,67	3,72
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	22	1,92	5,26	3,59
Myricaceae	<i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os	3	5,77	0,72	3,24
Melastomataceae	<i>Brachyotum benthamianum</i> Triana	4	3,85	0,96	2,40
Sapindaceae	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	3	3,85	0,72	2,28
Proteaceae	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	3	3,85	0,72	2,28
Asteraceae	<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C.Jeffrey	9	1,92	2,15	2,04
Ericaceae	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	5	1,92	1,20	1,56
Asteraceae	<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	4	1,92	0,96	1,44
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2	1,92	0,48	1,20
Campanulacea	<i>Burmeistera</i> sp.	2	1,92	0,48	1,20
Smilacaceae	<i>Smilax domingensis</i> Willd.	2	1,92	0,48	1,20
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum rivetii</i> Danguy & Cherm.	1	1,92	0,24	1,08
Ericaceae	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex Lf	1	1,92	0,24	1,08
Asteraceae	<i>Cacosmia rugosa</i> Kunth	1	1,92	0,24	1,08
Asteraceae	<i>Gynoxys laurifolia</i> (Kunth) Cass.	1	1,92	0,24	1,08
Total		418	100,0	100,00	100,00

Anexo 9. Parámetros estructurales de las especies del componente herbáceo en la cobertura matorral a 2500 m s.n.m.

Familia	Especie	Densidad (Ind/m²)	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeck	161	8,00	19,40	13,70
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steud.	149	8,00	17,95	12,98
Poaceae	<i>Calamagrostis</i> sp.	141	8,00	16,99	12,49
Violaceae	<i>Viola dombeyana</i> DC.	91	8,00	10,96	9,48
Poaceae	<i>Chusquea</i> sp.	64	12,00	7,71	9,86
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	44	12,00	5,30	8,65
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	47	6,00	5,66	5,83
Lythraceae	<i>Cuphea ciliata</i> Ruiz & Pav.	35	2,00	4,22	3,11
Asteraceae	<i>Stevia andina</i> B.L.Rob.	28	4,00	3,37	3,69
Poaceae	<i>Sporobolus</i> sp.	19	2,00	2,29	2,14
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tiliifolia</i> Wedd.	10	2,00	1,20	1,60
Poaceae	<i>Calamagrostis ligulata</i> (Kunth) Hitc.	8	2,00	0,96	1,48
Calceolariaceae	<i>Calceolaria perfoliata</i> L.f.	7	2,00	0,84	1,42
Asteraceae	<i>Gnaphalium elegans</i> Kunth	5	6,00	0,60	3,30
Poaceae	<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine ex Carrière) Stapf	5	2,00	0,60	1,30
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium complanatum</i> L.	4	2,00	0,48	1,24
Iridaceae	<i>Sisyrinchium tinctorium</i> Kunth	3	4,00	0,36	2,18
Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	3	2,00	0,36	1,18
Asteraceae	<i>Coreopsis venusta</i> Kunth	3	2,00	0,36	1,18
Calceolariaceae	<i>Calceolaria calycina</i> Benth.	1	2,00	0,12	1,06
Piperaceae	<i>Peperomia galioides</i> Kunth	1	2,00	0,12	1,06
Asteraceae	<i>Scorzoneroides autumnalis</i> (L.) Moench	1	2,00	0,12	1,06
Total		830	100,0	100,00	100,00

Anexo 10. Parámetros estructurales de las especies del componente arbóreo en el Bosque Montano Bajo a 2600 m s.n.m

Familia	Especie	Densidad (Ind/m²)	Fr (%)	Dr (%)	DmR (%)	IVI (%)
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	48	7,7	18,8	20,9	15,8
Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	27	6,2	10,5	17,6	11,4
Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	45	6,2	17,6	7,3	10,4
Melastomataceae	<i>Axinaea floribunda</i> (Naudin) Triana	16	7,7	6,3	11,0	8,3
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp. 1	21	4,6	8,2	4,3	5,7
Primulaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	12	6,2	4,7	1,6	4,1
Rhamnaceae	<i>Frangula granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Grubov	9	4,6	3,5	1,7	3,3
Araliaceae	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	6	4,6	2,3	2,8	3,3
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.2	8	3,1	3,1	2,4	2,9
Araliaceae	<i>Oreopanax eriocephalus</i> Harms	5	4,62	2,0	1,80	2,8
Solanaceae	<i>Brunfelsia</i> sp.	5	1,54	2,0	4,69	2,7
Asteraceae	<i>Barnadesia aculeata</i> (Benth.) Chung	8	1,5	3,1	2,9	2,5
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i> L.	3	3,08	1,2	3,26	2,5
Symplocaceae	<i>Symplocos fuscata</i> B. Stahl	6	3,08	2,3	1,84	2,4
Asteraceae	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H.Rob.	5	3,08	2,0	2,23	2,4
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	4	1,54	1,6	3,00	2,0
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	2	3,08	0,8	1,21	1,7
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K.Hoffm.	3	1,54	1,2	2,23	1,6
Solanaceae	<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter	3	1,54	1,2	1,86	1,5
Asteraceae	<i>Kaunia</i> cf. <i>longipetiolata</i> (son. Bipex) Rusby	2	3,08	0,8	0,66	1,5
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	2	3,08	0,8	0,25	1,4
Asteraceae	<i>Dendrophorbium</i> sp.	2	1,54	0,8	0,78	1,0
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	1	1,54	0,4	0,89	0,9
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i> sp.	2	1,54	0,8	0,46	0,9
Meliaceae	<i>Ruagea</i> sp.	2	1,54	0,8	0,24	0,9
Araliaceae	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	2	1,54	0,8	0,21	0,8
Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (DC.) Lindl	1	1,54	0,4	0,53	0,8
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	1	1,54	0,4	0,40	0,8
Aquifoliaceae	<i>Ilex rupicola</i> Kunth	1	1,54	0,4	0,36	0,8
Solanaceae	<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	1	1,54	0,4	0,23	0,7
Arecaceae	<i>Ceroxylon</i> sp.	1	1,54	0,4	0,17	0,7
Rubiaceae	<i>Randia</i> sp.	1	1,54	0,4	0,16	0,7
Solanaceae	<i>Solanum aphyodendrom</i> S. Knapp	1	1,54	0,4	0,07	0,7
Total		256	100	100	100	100

Anexo 11. Parámetros estructurales de las especies del componente arbustivo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.

Familia	Especie	N° Ind	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Viburnaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	92	7,89	21,85	14,87
Asteraceae	<i>Munnozia senecionidis</i> Benth.	46	7,89	10,93	9,41
Lamiaceae	<i>Lepechinia mutica</i> (Benth.) Epling	34	3,95	8,08	6,01
Melastomataceae	<i>Miconia villonacensis</i> Wurdack	17	3,95	4,04	3,99
Asteraceae	<i>Cronquistianthus niveus</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	21	2,63	4,99	3,81
Asteraceae	<i>Ageratina fastigiata</i> (Kunth) RMKing y H.Rob.	26	1,32	6,18	3,75
Melastomataceae	<i>Brachyotum benthamianum</i> Triana	19	2,63	4,51	3,57
Cordiaceae	<i>Cordia</i> sp.	18	2,63	4,28	3,45
Asteraceae	<i>Liabum igniarium</i> Menos.	14	2,63	3,33	2,98
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	12	2,63	2,85	2,74
Rubiaceae	<i>Palicourea amethystina</i> (Ruiz & Pav.) DC.	11	2,63	2,61	2,62
Piperaceae	<i>Piper barbatum</i> Kunth	11	2,63	2,61	2,62
Asteraceae	<i>Dendrophorbium scytophyllum</i> (Kunth) C. Jeffrey	10	3,95	2,38	3,16
Piperaceae	<i>Piper asperiusculum</i> Kunth	10	7,89	2,38	5,14
Rosaceae	<i>Rubus bogotensis</i> HBK	10	2,63	2,38	2,50
Ericaceae	<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex Lf	8	1,32	1,90	1,61
Asteraceae	<i>Ageratina</i> sp.	7	1,32	1,66	1,49
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum rivetii</i> Danguy & Cherm.	6	1,32	1,43	1,37
Smilacaceae	<i>Smilax domingensis</i> Willd.	6	3,95	1,43	2,69
Solanaceae	<i>Cestrum tomentosum</i> L.f.	5	2,63	1,19	1,91
Proteaceae	<i>Oreocallis grandiflora</i> (Lam.) R. Br.	5	2,63	1,19	1,91
Onagraceae	<i>Fuchsia ayavacensis</i> Kunth	4	1,32	0,95	1,13
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	4	2,63	0,95	1,79
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.	4	2,63	0,95	1,79
Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) ACSm.	3	2,63	0,71	1,67
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp. 1	3	2,63	0,71	1,67
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2	2,63	0,48	1,55
Siparunaceae	<i>Siparuna muricata</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	2	1,32	0,48	0,90
Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	2	1,32	0,48	0,90
Asteraceae	<i>Aetheolaena heterophylla</i> (Turcz.) B.Nord.	1	1,32	0,24	0,78
Asteraceae	<i>Barnadesia aculeata</i> (Benth.) Chung	1	1,32	0,24	0,78
Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (DC.) Lindl.	1	1,32	0,24	0,78
Polygalaceae	<i>Monnina Hirta</i> (bonpl) Eriksen	1	1,32	0,24	0,78
Rubiaceae	<i>Palicourea discolor</i> K.Krause	1	1,32	0,24	0,78
Rubiaceae	<i>Palicourea</i> sp.	1	1,32	0,24	0,78
Piperaceae	<i>Piper aduncum</i> L.	1	1,32	0,24	0,78
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	1	1,32	0,24	0,78
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp. 2	1	1,32	0,24	0,78
	Total	421	100	100	100

Anexo 12. Parámetros estructurales de las especies del componente herbáceo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.

Familia	Especie	Densidad (Ind/m²)	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	356	6,98	44,44	25,71
Piperaceae	<i>Peperomia galioides</i> Kunth	74	6,98	9,24	8,11
Araliaceae	<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich.	52	2,33	6,49	5,55
Asteraceae	<i>Aetheolaena heterophylla</i> (Turcz.) B. Nord.	33	6,98	4,12	5,11
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	31	4,65	3,87	4,61
Orchidaceae	<i>Cranichis</i> sp.	26	6,98	3,25	4,41
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium complanatum</i> L.	25	2,33	3,12	4,30
Selaginellaceae	<i>Selaginella acanthostachys</i> Baker	25	2,33	3,12	4,26
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea</i> cf. <i>dissitifolia</i> Barker	18	6,98	2,25	2,81
Pteridaceae	<i>Adiantum raddianum</i> C. Presl	18	2,33	2,25	2,72
Begoniaceae	<i>Begonia acerifolia</i> Kunth	17	3,49	2,12	2,72
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	17	2,33	2,12	2,49
Calceolariaceae	<i>Calceolaria semiconnata</i> Pennell	13	6,98	1,62	2,43
Poaceae	<i>Chusquea scandens</i> Kunth	12	3,49	1,50	2,29
Asteraceae	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	11	3,49	1,37	2,22
Cyperaceae	<i>Carex</i> sp.	8	2,33	1,00	1,66
Commelinaceae	<i>Commelina diffusa</i> Burm.f.	8	2,33	1,00	1,66
Rosaceae	<i>Lachemilla</i> sp.	8	2,33	1,00	1,66
Urticaceae	<i>Phenax</i> sp.	6	1,16	0,75	1,47
Caryophyllaceae	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	6	1,16	0,75	0,96
Oxalidaceae	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav. ex G. Don	5	2,33	0,62	0,96
Cyperaceae	<i>Cyperus</i> sp.	5	1,16	0,62	0,89
Rubiaceae	<i>Spermacoce alata</i> Aubl.	5	1,16	0,62	0,89
Polygonaceae	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	3	1,16	0,37	0,77
Oxalidaceae	<i>Oxalis peduncularis</i> Kunth	3	1,16	0,37	0,77
Araceae	<i>Anthurium</i> sp.	2	1,16	0,25	0,71
Dryopteridaceae	<i>Elaphoglossum</i> sp.	2	1,16	0,25	0,71
Violaceae	<i>Viola arguta</i> Willd. ex Roem. & Schult.	2	1,16	0,25	0,71
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i> sp.	1	1,16	0,12	0,64
Poaceae	<i>Cortaderia jubata</i> (Lemoine ex Carrière) Stapf	1	1,16	0,12	0,64
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> sp.	1	1,16	0,12	0,64
Orchidaceae	<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.	1	1,16	0,12	0,64
Orchidaceae	<i>Malaxis</i> sp.	1	1,16	0,12	0,64
Passifloraceae	<i>Passiflora</i> sp.	1	1,16	0,12	0,64
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> sp.	1	1,16	0,12	0,64
Cyperaceae	<i>Rhynchospora</i> sp.	1	1,16	0,12	0,64
Thelypteridaceae	<i>Thelypteris brausei</i> (Hieron.) Alston	1	1,16	0,12	0,64
Bromeliaceae	<i>Tillandsia towarensis</i> Mez	1	1,16	0,12	0,64
Total		801	100	100	100

Anexo 13. Parámetros estructurales de las especies del componente herbáceo en el páramo a 2850 m s.n.m.

Familia	Especie	Densidad (Ind/m ²)	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	381	5,81	25,47	15,64
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steud.	318	5,81	21,26	13,54
Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeck	132	4,65	8,82	6,74
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	44	5,81	2,94	4,38
Asteraceae	<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	89	1,16	5,95	3,56
Valerianaceae	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	48	3,49	3,21	3,35
Dennstaedtiaceae	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.) Maxon	26	4,65	1,74	3,19
Violaceae	<i>Viola dombeyana</i> DC.	60	2,33	4,01	3,17
Asteraceae	<i>Hieracium</i> sp.	38	3,49	2,54	3,01
Ericaceae	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) ACSm.	20	4,65	1,34	2,99
Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	18	4,65	1,20	2,93
Asteraceae	<i>Gnaphalium elegans</i> Kunth	27	3,49	1,80	2,65
Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> sp.	55	1,16	3,68	2,42
Poaceae	<i>Calamagrostis</i> sp.	27	2,33	1,80	2,07
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia pungens</i> Kunth	34	1,16	2,27	1,72
Alstroemeriaceae	<i>Bomarea cf dissitifolia</i> Barker	16	2,33	1,07	1,70
Poaceae	<i>Chusquea</i> sp.	15	2,33	1,00	1,66
Oxalidaceae	<i>Oxalis peduncularis</i> Kunth	12	2,33	0,80	1,56
Rubiaceae	<i>Galium hypocarpium</i> (L.) Fosberg	11	2,33	0,74	1,53
Ericaceae	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	8	2,33	0,53	1,43
Ericaceae	<i>Gaultheria foliolosa</i> Benth.	8	2,33	0,53	1,43
Asteraceae	<i>Stevia andina</i> B.L.Rob.	8	2,33	0,53	1,43
Asteraceae	<i>Baccharis obtusifolia</i> Kunth	5	2,33	0,33	1,33
Ericaceae	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	5	2,33	0,33	1,33
Fabaceae	<i>Lupinus cf mutabilis</i> Sweet	22	1,16	1,47	1,32
Asteraceae	<i>Achyrocline hallii</i> Hieron.	12	1,16	0,80	0,98
Melastomataceae	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	8	1,16	0,53	0,85
Rubiaceae	<i>Arcytophyllum nitidum</i> (Kunth) Schldtl.	5	1,16	0,33	0,75
Rubiaceae	<i>Galium cf hipocarpio</i> (L.) Fosberg	5	1,16	0,33	0,75
Asteraceae	<i>Baccharis genistelloides</i> (Lam.) Pers.	4	1,16	0,27	0,72
Calceolariaceae	<i>Calceolaria perfoliata</i> L.f.	4	1,16	0,27	0,72
Asteraceae	<i>Gnaphalium americanum</i> Mill.	4	1,16	0,27	0,72
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	3	1,16	0,20	0,68
Clethraceae	<i>Clethra revoluta</i> (Ruiz & Pav.) Spreng.	3	1,16	0,20	0,68
Orchidaceae	<i>Epidendrum alfonsopozoi</i> Hágsater & Dodson	3	1,16	0,20	0,68
Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	3	1,16	0,20	0,68
Gleicheniaceae	<i>Sticherus revolutus</i> (Kunth) Ching.	3	1,16	0,20	0,68
Asteraceae	<i>Baccharis nitida</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	2	1,16	0,13	0,65
Melastomataceae	<i>Brachyotum benthamianum</i> Triana	2	1,16	0,13	0,65
Calceolariaceae	<i>Calceolaria</i> sp.	2	1,16	0,13	0,65
Araliaceae	<i>Oreopanax avicenniifolius</i> (Kunth) Decne. & Plancha.	2	1,16	0,13	0,65
Hypericaceae	<i>Hypericum aciculare</i> Kunth	1	1,16	0,07	0,61
Lycopodiaceae	<i>Lycopodium clavatum</i> L.	1	1,16	0,07	0,61
Poaceae	<i>Paspalum bonplandianum</i> Flügge	1	1,16	0,07	0,61
Bromeliaceae	<i>Tillandsia towarensis</i> Mez	1	1,16	0,07	0,61
Total		1496	100	100	100

Anexo 14. Parámetros dasométricos de las especies registradas en el componente arbóreo en el bosque montano bajo a 2600 m s.n.m.

Familia	Especie	Densidad (Ind/m ²)	G (m ²)	V (m ³)	V (m ³)/ha
Clethraceae	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	27	0,64	4,12	17,15
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur	48	0,76	3,61	15,04
Melastomataceae	<i>Axinaea floribunda</i> (Naudin) Triana	16	0,40	2,88	12,00
Solanaceae	<i>Brunfelsia</i> sp.	5	0,17	1,40	5,84
Asteraceae	<i>Gynoxys buxifolia</i> (Kunth) Cass.	45	0,27	1,10	4,60
Cunoniaceae	<i>Weinmannia pinnata</i> L.	3	0,12	0,95	3,95
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp. 1	21	0,16	0,71	2,98
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma asperifolia</i> Pax & K.Hoffm.	3	0,08	0,69	2,88
Asteraceae	<i>Barnadesia aculeata</i> (Benth.) Chung	8	0,10	0,66	2,74
Lauraceae	<i>Ocotea</i> sp.	4	0,11	0,66	2,74
Araliaceae	<i>Oreopanax rosei</i> Harms	6	0,10	0,56	2,33
Asteraceae	<i>Critoniopsis pycnantha</i> (Benth.) H.Rob.	5	0,08	0,41	1,70
Asteraceae	<i>Verbesina</i> sp.2	8	0,09	0,39	1,64
Solanaceae	<i>Solanum hypacrarthrum</i> Bitter	3	0,07	0,37	1,53
Araliaceae	<i>Oreopanax eriocephalus</i> Harms	5	0,07	0,34	1,41
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	2	0,04	0,29	1,19
Rhamnaceae	<i>Frangula granulosa</i> (Ruiz & Pav.) Grubov	9	0,06	0,26	1,09
Symplocaceae	<i>Symplocos fuscata</i> B. Stahl	6	0,07	0,22	0,94
Primulaceae	<i>Geissanthus vanderwerffii</i> Pipoly	12	0,06	0,22	0,90
Myrtaceae	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	1	0,03	0,20	0,84
Asteraceae	<i>Dendrophorbium</i> sp.	2	0,03	0,15	0,63
Asteraceae	<i>Kaunia</i> cf. <i>longipetiolata</i> (son. Bipex) Rusby	2	0,02	0,09	0,38
Phyllanthaceae	<i>Hieronyma</i> sp.	2	0,02	0,08	0,35
Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (DC.) Lindl	1	0,02	0,08	0,34
Aquifoliaceae	<i>Ilex rupicola</i> Kunth	1	0,01	0,07	0,30
Primulaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	1	0,01	0,05	0,21
Solanaceae	<i>Solanum oblongifolium</i> Dunal	1	0,01	0,04	0,15
Meliaceae	<i>Ruagea</i> sp.	2	0,01	0,03	0,14
Solanaceae	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	2	0,01	0,03	0,12
Rubiaceae	<i>Randia</i> sp.	1	0,01	0,02	0,10
Clusiaceae	<i>Clusia alata</i> Planch. & Triana	2	0,01	0,02	0,09
Arecaceae	<i>Ceroxylon</i> sp.	1	0,01	0,01	0,04
Solanaceae	<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp	1	0,00	0,01	0,03
Total		256	3,63	20,73	86,37

Anexo 15. Tríptico informativo de resultados de la estructura y composición florística en el bosque siempreverde montano bajo, considerando la gradiente altitudinal en el sector Villonaco, cantón Loja, provincia de Loja.

5

RESULTADOS

Bosque montano bajo (2600 m s.n.m.)

Componente arbustivo.

Parámetros estructurales de las 5 especies principales del componente Arbustivo

Familia	Especie	N° Ind	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Adoxaceae	<i>Viburnum triphyllum</i> Benth.	92	7.89	21.85	29.75
Asteraceae	<i>Munrozia senecioides</i> Benth.	46	7.09	10.93	18.02
Lamiaceae	<i>Lepachium mutica</i> (Benth.) Epling	34	3.95	8.08	12.02
Melastomataceae	<i>Miconia villosa</i> Wurdack	17	3.95	4.04	7.99
Asteraceae	<i>Conostegium niveus</i> (Kunth) RM King y H. Rob.	21	2.63	4.99	7.62
Total		421	100	100	200

Parámetros estructurales de las 5 especies principales del componente Herbáceo

Familia	Especie	N° Ind	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Blechnaceae	<i>Blechnum occidentale</i> L.	350	6.98	44.44	51.42
Piperaceae	<i>Peperomia galloides</i> Kunth	74	6.98	9.24	16.22
Araliaceae	<i>Hydrocotyle humboldtii</i> A. Rich.	52	2.33	6.49	8.82
Asteraceae	<i>Astilbeolaena heterophylla</i> (Turcz.) B. Nord.	33	6.98	4.12	11.1
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	31	4.65	3.87	8.52
Total		801	100	100	200

Páramo (2850 m s.n.m.)

Parámetros estructurales de las 5 especies principales del componente Herbáceo

Familia	Especie	N° Ind	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Iridaceae	<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	381	5.81	25.47	31.28
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J. Presl) Steud.	318	5.81	21.26	27.07
Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckl.	132	4.65	8.82	13.47
Lamiaceae	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Govaerts	44	5.81	2.94	8.76
Asteraceae	<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	89	1.16	5.95	7.11
Total		1496	100	100	200

6

RESULTADOS

Diversidad Alfa

Índice de diversidad de Shannon y Pielou:

En los gradientes altitudinales de Matorral, Bosque y Páramo se determinó que tienen una diversidad media y heterogénea con diversidad baja

Diversidad Beta

Similitud entre las coberturas del sector Villonaco

Comparación de las tres coberturas vegetales Bosque, Páramo, y Matorral, usando el Índice de Similitud de Sorensen

Coberturas	% Similitud
CB_CM	6.58
CB_CP	10.6
CM_CP	28.57

El bosque es diferente a las otras coberturas mientras que matorral y páramo comparten ciertas especies, aunque en relación al % su similitud es baja.

CONCLUSIONES

- La vegetación del sector Villonaco posee gran variedad de flora, viéndose reflejada en 200 especies registradas en los tres rangos altitudinales, caracterizada por la presencia dominante de individuos delgados y pocos individuos de árboles dispersos, lo que sugiere que la población estudiada es autoregenerativa y que se encuentra en un continuo proceso de desarrollo. Siendo un ecosistema importante para su conservación.
- Los parches de bosque del sector Villonaco tienen un alto valor ecológico y paisajístico ya que alberga una interesante flora a pesar de que sufre presiones antrópicas, este es el refugio de catorce especies endémicas, por tanto, se evidencia la necesidad de proteger y conservar este bosque en la hoya de Loja.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

Ingeniería Forestal
LOJA - ECUADOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

FACULTAD DE AGROPECUARIA Y RECURSOS NATURALES RENOVABLES

INGENIERÍA FORESTAL

Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo, considerando la gradiente altitudinal en el sector Villonaco, cantón Loja.

Autor:
Lilian Aracely Ulloa Cartuche.

Director:
Dr. Zhofre Aguirre Mendoza.

Loja - Ecuador
2022

2

INTRODUCCIÓN

Los bosques andinos son ecosistemas de altura con importante diversidad y endemismo, cumplen un rol clave en la provisión de bienes y servicios ecosistémicos, como captura de CO₂, proyección de la biodiversidad, protección hídrica y belleza escénica. Sin embargo, presentan vacíos de información importantes en comparación con otros ecosistemas forestales (Baiker, 2022).

La provincia de Loja es una zona megadiversa del Ecuador, debido a su ubicación en un área de convergencia entre Costa y Amazonía, Andes bajos de fuertes pendientes y la presencia de la depresión de Huancabamba, que generan hábitats especiales que provocan la presencia de vida muy particular. (Aguirre et al., 2017).

La presente investigación se ejecutó con la finalidad de generar información técnica – científica sobre vegetación natural para la planificación de acciones de manejo

Objetivo general

Contribuir a la conservación del bosque siempre verde montano bajo en un gradiente altitudinal en el cerro Villonaco, cantón Loja, provincia de Loja mediante el levantamiento de información de la estructura y composición florística.

Objetivos específicos

- Determinar la estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo en el cerro Villonaco considerando la gradiente altitudinal.
- Difundir los resultados y metodología a los interesados mediante disertación.

METODOLOGÍA

Área de estudio. Cerro Villonaco. Se instaló 6 parcelas temporales en cada una de las tres gradientes altitudinales. Para bosque parcelas de 20 x 20 m. Para matorral parcelas de 5 x 5 m para arbustos y de 1 x 1 m para hierbas. Páramos parcelas de 2 x 2 m.

METODOLOGÍA

Levantamiento de información.- Para el registro y medición de árboles se consideró los individuos mayores a 5 cm de D130 cm. Se inició con el inventario de hierbas para evitar el deterioro de los individuos al caminar, luego las subparcelas del estrato arbustivo y finalmente del estrato arbóreo. Se realizaron colectas botánicas que fueron identificadas en el herbario "Reinaldo Espinosa" de la UNL.

Cálculos: Se calculó: Diversidad Alfa y beta y parámetros estructurales: densidad absoluta (D), densidad relativa (DR) o abundancia, frecuencia relativa (FR), dominancia relativa (DmR) e índice de valor de importancia (IVI) (Aguirre, 2019).

Área de estudio.



RESULTADOS

Composición Florística por gradiente altitudinal

Gradiente	2500 m s.n.m.			2600 m s.n.m.			2850 m s.n.m.
	Arbustivo	Herbáceo	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Herbáceo	
Ind	418	830	256	421	801	1496	
Gen	23	15	26	31	36	36	
Esp	24	22	33	38	38	45	
Fam	12	11	19	16	29	24	

3

RESULTADOS

Matorral (2500 m s.n.m.)

Componente arbustivo.

Parámetros estructurales de las 5 especies principales del componente arbustivo.

Familia	Especie	N° Ind	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Melastomataceae	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	88	9.62	21.05	30.67
Ericaceae	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	75	5.77	17.94	23.71
Asteraceae	<i>Ageratina fastigiata</i> (Nunth) RMKng y H. Rob.	59	7.09	14.11	21.01
Proteaceae	<i>Roupala</i> sp.	39	7.09	9.33	17.02
Lamiaceae	<i>Lepeshina malica</i> (Benth.) Epling	34	7.09	8.13	15.83
Total		418	100	100	200

Componente herbáceo.

Parámetros estructurales de las 5 especies principales del componente herbáceo.

Familia	Especie	N° Ind	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckl.	161	8	19.4	27.4
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steudl.	149	8	17.95	25.95
Poaceae	<i>Calamagrostis</i> sp.	141	8	16.99	24.99
Violaceae	<i>Viola domibeyana</i> DC.	91	8	10.98	18.98
Poaceae	<i>Chusquea</i> sp.	64	12	7.71	19.71
Total		830	100	100	200

Bosque montano bajo (2600 m s.n.m.)

Componente arbóreo.

Parámetros estructurales de las 5 especies principales del componente Arbóreo

Familia	Especie	N° Ind	Fr (%)	Dr (%)	IVI (%)
Cyperaceae	<i>Rhynchospora vulcani</i> Boeckl.	161	8	19.4	27.4
Poaceae	<i>Calamagrostis intermedia</i> (J.Presl) Steudl.	149	8	17.95	25.95
Poaceae	<i>Calamagrostis</i> sp.	141	8	16.99	24.99
Violaceae	<i>Viola domibeyana</i> DC.	91	8	10.98	18.98
Poaceae	<i>Chusquea</i> sp.	64	12	7.71	19.71
Total		830	100	100	200

Anexo 16. Certificado de la traducción del resumen español al inglés.

CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN

Diana Elizabeth Alvarado Sarango
Licenciada en Ciencias de la Educación: Mención Inglés

CERTIFICO:

En mi calidad de Licenciada en Ciencias de la Educación, mención Idioma Inglés, con capacidades que pueden ser probadas a través de la Certificación de conocimiento del inglés, nivel B2, que he realizado la traducción del resumen del trabajo de tesis denominado **“ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE SIEMPREVERDE MONTANO BAJO, CONSIDERANDO LA GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL SECTOR VILLONACO, CANTÓN LOJA, PROVINCIA DE LOJA”**, de autoría de Lilian Aracely Ulloa Cartuche con CI: 1104851173.

Es cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a la interesada, señorita estudiante: **Lilian Aracely Ulloa Cartuche**, hacer uso legal del presente, según estime conveniente.

Loja, 30 de agosto de 2023



Lic. Diana Elizabeth Alvarado Sarango.
Docente del Ministerio de Educación.
Nº registro Senecyt 1008-2016-1726238