



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente

Composición Florística y Diversidad del Bosque Siempre Verde Montano Alto y del Bosque de Neblina Montano de la Reserva Natural Madrigal del Podocarpus, Loja, Ecuador

Trabajo de Titulación previa a la obtención
del título de Ingeniero en Manejo y
Conservación del Medio Ambiente

AUTOR:

Cristhian David Herrera Lojan

DIRECTORA:

Biól. Marina Mazón Morales PhD.

Loja-Ecuador

2023

Certificación

Loja, 30 de agosto de 2022

Biól. Marina Mazón Morales PhD.

DIRECTORA DE TRABAJO DE TITULACIÓN

C E R T I F I C O:

Que he revisado y orientado todo proceso de la elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Composición Florística y Diversidad del Bosque Siempre Verde Montano Alto y del Bosque de Neblina Montano de la Reserva Natural Madrigal del Podocarpus, Loja, Ecuador**, previo a la obtención del título de **Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**, de la autoría del estudiante **Cristhian David Herrera Lojan**, con cédula de identidad Nro. **1105609067** una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja para el efecto, autorizo la presentación para la respectiva sustentación y defensa.

MARINA
MAZON
MORALES

Firmado digitalmente por
MARINA MAZON
MORALES
Fecha: 2022.08.30
14:14:36 -05'00'

Biól. Marina Mazón Morales PhD.

DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Cristhian David Herrera Lojan**, declaro ser autor 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.



Firma:

Cédula de identidad: 1105609067

Fecha: 20 de marzo de 2023

Correo electrónico: cristhian.herrera@unl.edu.ec

Celular: 0987658525

Carta de autorización por parte del autor (a) para consulta, reproducción parcial o total, y/o publicación electrónica del texto completo, del Trabajo de Titulación

Yo, **Cristhian David Herrera Lojan**, declaro ser autor/a del Trabajo de Titulación denominado: **Composición Florística y Diversidad del Bosque Siempre Verde Montano Alto y del Bosque de Neblina Montano de la Reserva Natural Madrigal del Podocarpus, Loja, Ecuador**, como requisito para optar por el título de **Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente**, 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 de la siguiente manera 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 veinte días del mes de marzo de dos mil veintitrés.



Firma:

Autor: Cristhian David Herrera Lojan

Cédula: 1105609067

Dirección: Loja, José Felix y Bolivar

Correo electrónico: cristhian.herrera@unl.edu.ec

Teléfono: 2-584681

DATOS COPLEMENTARIOS

Directora del Trabajo de Titulación:

Biól. Marina Mazón Morales Ph. D.

Dedicatoria

El presente trabajo se lo dedico principalmente a Jehová Dios por haberme dado la vida, salud y mi familia. A mis queridos padres Luis y Rocio por todo el apoyo y sacrificio realizado, permitiéndome realizar este objetivo. A mi hermano Jose Luis y mis hermanas Katherine, Marjorie y Valeria por su apoyo. Ellos son la razón de mi vida y la fuerza para seguir adelante.

Cristhian David Herrera Lojan

Agradecimiento

En primer lugar quiero expresar mi agradecimiento a Dios por darme la vida y por permitirme terminar con satisfacción una meta más en mi vida.

Deseo manifestar mis más sinceros agradecimientos a todos quienes hicieron posible la culminación de la presente investigación: A la Universidad Nacional de Loja y al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.

A la Bióloga Marina Mazon Morales Ph. D., quien en su calidad de director de tesis me apoyó en todo momento, con sus sugerencias y recomendaciones para el desarrollo y revisión de este trabajo.

Finalmente, expreso mis más sinceros agradecimientos a mis familiares y amigos que estuvieron ahí con su apoyo y ánimo y a todas las personas que hicieron posible la culminación del presente trabajo de investigación.

Cristhian David Herrera Lojan

Índice de contenidos

Portada.....	i
Certificación.....	ii
Autoría.....	iii
Carta de autorización.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimiento.....	vi
Índice de contenidos	vii
• Índice de tablas	x
• Índice de figuras	xii
• Índice de anexos	xiv
1. Título	1
2. Resumen.....	2
2.1. Abstract	3
3. Introducción	4
4. Revisión de la literatura	7
4.1. Bosques Montanos o de Montaña en Ecuador.	7
4.2. Importancia de los Bosques Montanos.....	7
4.3. Realidad actual de los Bosques en Ecuador	8
4.4. Tipos de bosques montanos de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	9
4.4.1. <i>Bosque de Neblina Montano, sector sur de la cordillera oriental.....</i>	<i>9</i>
4.4.2. <i>Bosque Siempreverde Montano Alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn02).....</i>	<i>10</i>
4.5. Estratos	11
4.6. Composición Florística	11
4.7. Parámetros estructurales.....	12
4.8. Diversidad	13
4.9. Índices para medir la diversidad alfa.....	13
4.10. Tipos de muestreo de la vegetación.....	15

4.10.1.	<i>Transectos</i>	15
4.10.2.	<i>Parcelas Permanentes</i>	16
4.10.3.	<i>Cuadrantes</i>	16
4.10.4.	<i>Punto Centro Cuadrado</i>	17
4.11.	Estudios relacionados con la investigación: Composición Florística y Diversidad del Bosque de Neblina montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto.....	17
5.	Metodología	20
5.1.	Área de estudio.....	20
5.2.	Metodología para identificar la composición florística del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	21
5.2.1.	Selección del área de estudio.	22
5.2.2.	Delimitación e instalación de los transectos de muestreo.	22
5.3.	Metodología para determinar los parámetros estructurales del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	23
5.4.	Metodología para estimar y comparar los índices de riqueza, diversidad y equidad de vegetación presente en las áreas del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.	25
5.4.1.	Riqueza Específica	25
5.4.2.	Diversidad	25
5.4.3.	Equidad.....	27
5.4.4.	Análisis estadístico.....	27
6.	Resultados	29
6.1.	Composición Florística del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	29
6.1.1.	Composición florística del estrato arbóreo.....	30
6.1.2.	Composición florística del estrato arbustivo	31
6.1.3.	Composición florística del estrato herbáceo	33

6.2. Parámetros estructurales del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	35
6.2.1. Parámetros estructurales del estrato arbóreo	35
6.2.2. Parámetros estructurales del estrato arbustivo	39
6.2.3. Parámetros estructurales del estrato herbáceo	42
6.3. Índices de riqueza, diversidad y equidad de la vegetación presente entre las áreas del Bosque Siempreverde Montano alto y del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	44
4.3.1. Riqueza específica.....	44
4.3.2. Diversidad y equidad.....	45
4.3.3. Comparación estadística.....	45
7. Discusión	51
7.1. Composición Florística	51
7.2. Parámetros estructurales.....	52
7.3. Riqueza, diversidad y equidad	55
8. Conclusiones	57
9. Recomendaciones	59
10. Referencias.....	60
11. Anexos	65

Índice de tablas

Tabla 1.	Hoja de campo para el registro de datos de individuos mayores o iguales a 10 cm de DAP en el muestreo de dos bosques de la reserva privada Madrigal del Podocarpus .	23
Tabla 2.	Hoja de campo para el registro de datos de individuos del estrato medio e inferior en el muestreo de dos bosques de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	23
Tabla 3.	Hoja de campo para el registro de datos estructurales de la vegetación en el muestreo de dos bosques de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	25
Tabla 4.	Interpretación del índice de diversidad de Simpson.....	26
Tabla 5.	Matriz para el cálculo del índice de Shannon para cada especie.....	26
Tabla 6.	Interpretación del índice de Shannon Wiener (H').	27
Tabla 7.	Interpretación del índice de equidad de Pielou	27
Tabla 8.	Parámetros estructurales del estrato arbóreo (DAP >10 cm) del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	35
Tabla 9.	Parámetros estructurales del estrato arbóreo (DAP >10 cm) del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	37
Tabla 10.	Parámetros estructurales del estrato arbustivo del Bosque de Neblina Montano en la reserva privada Madrigal del Podocarpus	39
Tabla 11.	Parámetros estructurales del estrato arbustivo del Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	41
Tabla 12.	Parámetros estructurales del estrato herbáceo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	42
Tabla 13.	Parámetros estructurales del estrato herbáceo del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	43
Tabla 14.	Resultados de los índices de riqueza, diversidad y equidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo del Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus	45
Tabla 15.	Resultados de los índices de riqueza, diversidad y equidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en los 4 transectos muestreados en Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	46

Tabla 16. Comparación estadística de la riqueza y diversidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo del Bosque de Neblina Montano (BNM) y del Bosque Siempreverde Montano Alto (BSMA) de la reserva privada Madrigal del Podocarpus mediante la prueba T de Student.....48

Tabla 17. Comparación estadística de la equidad, diversidad y riqueza del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo del Bosque de Neblina Montano (BNM) y del Bosque Siempreverde Montano Alto (BSMA) de la reserva privada Madrigal del Podocarpus mediante la prueba U de Mann Whitney.....49

Índice de figuras

Figura 1.	Mapa de ubicación de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	21
Figura 2.	Modelo del diseño del transecto de muestreo de la vegetación (Quizhpe & Orellana, 2011) en los dos bosques de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	22
Figura 3.	Curva de acumulación especie-área, correspondiente a la vegetación del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	29
Figura 4.	Curva de acumulación especie-área, correspondientes a la vegetación del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	30
Figura 5.	Número de especies que poseen las once familias muestreadas en el estrato arbóreo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	31
Figura 6.	Número de especies de las catorce familias muestreadas en el estrato arbóreo del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	31
Figura 7.	Número de especies de las diez familias encontradas en el estrato arbustivo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	33
Figura 8.	Número de especies de las cinco familias encontradas en el estrato arbustivo en el Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	33
Figura 9.	Número de especies de las cinco familias del estrato herbáceo del Bosque de Neblina Montano en la reserva privada Madrigal del Podocarpus	34
Figura 10.	Número de especies de las cuatro familias del estrato herbáceo del Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	35
Figura 11.	Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato arbóreo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	37
Figura 12.	Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato arbóreo del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	39
Figura 13.	Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato arbustivo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	40
Figura 14.	Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato arbustivo del Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	42

Figura 15. Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....43

Figura 16. Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....44

Índice de anexos

Anexo 1. Mapa de ubicación de los transectos en los ecosistemas de estudio de la reserva Privada Madrigal del Podocarpus.....	65
Anexo 2. Inventario General del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus	66
Anexo 3. Inventario General del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.....	81
Anexo 4. Resultados del Cálculo del índice de simpson de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en el Bosque de Neblina Montano, de la reserva Madrigal del Podocarpus, Loja.....	93
Anexo 5. Resultados del cálculo del índice de simpson de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en el Bosque Siempreverde Montano Alto, de la reserva privada Madrigal del Podocarpus, Loja.....	96
Anexo 6. Resultados del Cálculo del índice de Shannon y Pielou de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en el bosque de neblina montano, de la reserva Madrigal del Podocarpus, Loja.....	99
Anexo 7. Resultados del cálculo del índice de Shannon y Pielou de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en el Bosque Siempreverde Montano Alto, de la reserva privada Madrigal del Podocarpus, Loja.....	102
Anexo 8. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (W^*) de los índices de riqueza, diversidad y equidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de los ocho transectos muestreados en el Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus. Se muestran los residuos (RDUO) para cada índice.....	105
Anexo 9. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene (F) para los índices de riqueza, diversidad y equidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de los ocho transectos muestreados en Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus. Se muestran los residuos absolutos (RABS) para cada índice.....	106
Anexo 10. Trabajo de campo	109

Anexo 11. Certificado de traducción111

1. Título

Composición Florística y Diversidad del Bosque Siempre Verde Montano Alto y del Bosque de Neblina Montano de la Reserva Natural Madrigal del Podocarpus, Loja, Ecuador

2. Resumen

Los bosques montanos tropicales constituyen un punto caliente de diversidad en el mundo, además proveen de bienes y servicios ecosistémicos a largo plazo. Sin embargo, su conservación se encuentra en continua amenaza por la deforestación y los incendios forestales. Se realizó el presente estudio con el objetivo de determinar la composición florística y diversidad de la vegetación del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la Reserva Privada Madrigal del Podocarpus. Se instalaron seis transectos de 20 m x 50 m para la caracterización de los árboles con DAP \geq 10 cm, dentro de estos se establecieron tres subparcelas de 5 m x 5 m para el estrato arbustivo y cinco subparcelas de 1 m x 1 m para el estrato herbáceo. Se calculó el índice de valor de importancia (IVI), la diversidad mediante los índices de Margalef, Simpson y Shannon y la equidad por Pielou. La composición florística del Bosque de Neblina Montano estuvo compuesta por 35 especies dentro de 23 familias, la especie ecológicamente más importante del estrato arbóreo fue *Alnus acuminata*, en el estrato arbustivo fue *Cleome longifolia* y del estrato herbáceo fue *Pennisetum clandestinum*. Así mismo en el Bosque Siempreverde Montano Alto se registraron 32 especies pertenecientes a 20 familias, las especies ecológicamente más importantes fueron *Myrcianthes hallii*, *Rhipidocladum armonicum* y *Salvia scutellarioides*. Los índices de Margalef, Simpson y Shannon mostraron una diversidad media y la equidad de Pielou mostró homogeneidad en la distribución de su diversidad para los tres estratos de los dos bosques de estudio. Se concluye que los dos bosques de estudio tienen una composición florística considerablemente similar en familias y poseen una diversidad media de especies, por tanto se encuentran en un buen estado de conservación.

Palabras clave: Bosque andino, importancia ecológica, conservación, biodiversidad.

2.1. Abstract

Tropical mountain forests are a hotspot of biodiversity in the world, and they also supply long-term ecosystem goods and services. However, its conservation is under constant threat due to deforestation and forest fires. The present study was carried out with the goal of determining the floristic composition and diversity of vegetation from Bosque de Neblina Montano and Bosque Siempreverde Montano Alto from Madrigal del Podocarpus Private Reserve. Six transects of 20m x 50m were installed for the characterization of trees with $DBH \geq 10$ cm, within these, three 5m x 5m subplots were established for the shrubby stratum and five 1m x 1m subplots were established for the herbaceous stratum. It was calculated The Importance Value Index (IVI). The diversity was calculated through the Margalef, Simpson and Shannon's indexes, and the evenness through Pielou's index. The floristic composition of Bosque de Neblina Montano was composed of 35 species within 23 families. The most ecologically important specie in the tree stratum was *Alnus acuminata*, in the shrub stratum it was *Cleome longifolia* and in the herbaceous stratum it was *Pennisetum clandestinum*. Likewise, in Bosque Siempreverde Montano Alto, 32 species belonging to 20 families were recorded. The most ecologically important species were *Myrcianthes hallii*, *Rhipidocladum armonicum* and *Salvia scutellarioides*. The Margalef, Simpson and Shannon's indexes showed a medium diversity and the evenness through Pielou's index showed homogeneity in the distribution of its diversity for the three strata of both forests. It is concluded that both studied forests have a considerably similar floristic composition in families and have a medium diversity of species, therefore they are in good state of conservation.

Keywords: Andean forest, ecological importance, conservation, biodiversity.

3. Introducción

Los bosques montanos de los Andes Tropicales son ecosistemas importantes y únicos en el mundo debido a la gran diversidad biológica que poseen, además, prestan servicios ambientales como la regulación hídrica, mantenimiento de una alta calidad del agua, y brindan sus recursos naturales para satisfacer las necesidades humanas (Bubb et al., 2004; FAO, 2011, 2020). Según los informes nacionales sobre los recursos forestales de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2015), existen aproximadamente 31 millones de hectáreas de bosques andinos, el 24,9 % de los bosques en Colombia, el 27,76 % en Perú, el 20 % en Bolivia y en Ecuador alcanza el 31,98 %, lo cual equivale a 1 888 674,12 ha. Estos bosques se encuentran en un rango altitudinal entre 1 000 y 4 000 msnm, y a medida que se incrementa este rango la diversidad florística aumenta (Hamilton, 1995). Los bosques montanos andinos son fundamentales para cada país de la región Andina del Sur, ya que en estos se encuentran las zonas de recarga de cuencas hidrográficas que abastecen de agua a la mayor parte de su población y por ello son considerados ecosistemas estratégicos y de conservación ambiental (Cuesta et al., 2009).

En los bosques montanos se desarrolla ampliamente la biodiversidad debido principalmente a su aislamiento y barreras biogeográficas, así como la variedad temporal de sus condiciones climáticas, todo lo cual ha creado las condiciones propicias para hábitats únicos en el mundo (Herzog et al., 2012). Los bosques montanos de los Andes Tropicales son fundamentales en la regulación climática regional por su capacidad para capturar y almacenar el carbono, entre un rango de 20 y 40 toneladas de carbono por hectárea, convirtiéndose en puntos esenciales para contrarrestar el cambio climático y así evitar sus posibles afectaciones al ambiente y las poblaciones humanas andinas (Cuesta et al., 2009).

En Ecuador, los bosques montanos albergan aproximadamente la mitad de las 20 000 especies de plantas vasculares consideradas en un rango altitudinal de 900 y los 3 000 m.s.n.m, además estos bosques son parte del hotspot de los Andes tropicales, el cual contiene la sexta parte de la vida vegetal del planeta (Bogner et al., 2019). Sin embargo, estos ecosistemas se encuentran amenazados en todo el país, y especialmente en la parte Sur, en donde han sufrido modificaciones y se encuentran continuamente amenazados por la deforestación, cambio de uso de suelo y los incendios forestales (Aguirre, 2014; MAE, 2015). Estas perturbaciones, agravadas por el cambio

climático, afectan el patrón de sucesión, la estabilidad de la composición florística y diversidad de los ecosistemas (Doyle, 1981; Lozano, 2002). Adicionalmente, existe poca información de los recursos vegetales de los bosques montanos del sur del país, debido en parte a la poca accesibilidad, con pendientes pronunciadas (MAE, 2015).

El Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto son dos ecosistemas del Bosque Andino que se encuentran en la reserva privada Madrigal del Podocarpus, la cual está ubicada en la zona de amortiguamiento occidental del Parque Nacional Podocarpus, del cantón Loja, provincia de Loja (Jiménez, 2017). Madrigal del Podocarpus es un área de conservación que posee una superficie de 306 hectáreas. Desde su establecimiento en el año 2005, se han realizado acciones específicas de conservación, reforestación e investigación, las cuales han permitido la conservación de especies de flora y fauna endémicas en sus respectivos ecosistemas y algunas de ellas en estado de amenaza, por ello constituye un lugar con gran relevancia ambiental nacional e internacional (Piedra, 2015). En esta reserva se han registrado especies por estrato arboreo, matorral y páramo tales como el Nogal (*Juglans neotropica*), Cedro (*Cedrela odorata*), Aliso (*Alnus acuminata*), Puma maquí (*Oreopanax ecuadorensis*), Joayapas (*Macleania rupestris*), Arrayan (*Myrcianthes rhopaloides*), Chilca (*Baccharis latifolia*), Mora de cerro (*Rubus glaucus*), Quique (*Hesperomeles obtusifolia*) y Salapa (*Cavendishia bracteata*), así como algunas especies endémicas como la Cascarilla (*Cinchona officinalis*). La reserva es un refugio para especies de fauna como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), zorros (*Vulpes vulpes*), lagartija roquera (*Podarcis muralis*), lobos de páramos (*Licalopez culpaeus*), zarigüeya andina (*Didelphis perdinagra*), palomas torcazas (*Columba fasciata*) y quindes (*Amazilia amazilia*), entre otros, y también presenta una gran diversidad entomológica (Piedra, 2015).

No obstante, sus ecosistemas en la parte media y baja han sido modificados principalmente por los incendios forestales y la deforestación (Baker, 2017; Nasa, 2016). Estas presiones que en su mayor parte han sido de naturaleza antrópica representan una constante amenaza para los ecosistemas de la parte alta. Y aunque los ecosistemas de la parte alta se encuentran dentro de la reserva privada, los estudios técnicos muestran que no es garantía para que se conserve de forma eficaz la biodiversidad (Piedra, 2015; Schulze et al., 2018). Por ello, es importante que exista una

planificación que contenga estrategias innovadoras de acuerdo a las características de cada ecosistema existente en la reserva privada Madrigal del Podocarpus.

Bajo este contexto, el presente estudio investigó la composición y diversidad actual del Bosque Siempreverde Montano Alto y del Bosque de Neblina Montano, ubicado en la parte alta de la reserva privada Madrigal del Podocarpus, con la finalidad de que esta información técnica pueda ser utilizada como línea de base para el manejo de la conservación dentro de estos ecosistemas. Adicionalmente, este estudio servirá como base para futuros trabajos de investigación en la rama de conservación de flora de los ecosistemas del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto, de la región Sur de la Cordillera de los Andes.

Los objetivos propuestos para el presente trabajo de investigación fueron:

Objetivo General

Determinar la composición florística y diversidad de la vegetación del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la Reserva Privada Madrigal del Podocarpus, para contribuir con el manejo de la conservación de su biodiversidad.

Objetivos específicos

- Identificar la composición florística del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la Reserva Privada Madrigal del Podocarpus.
- Determinar los parámetros estructurales del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la Reserva Privada Madrigal del Podocarpus.
- Estimar y comparar los índices de riqueza, diversidad y equidad de la vegetación presente entre las áreas del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la Reserva Privada Madrigal del Podocarpus.

4. Revisión de la literatura

4.1. Bosques Montanos o de Montaña en Ecuador.

Un ecosistema vegetal es una “Agrupación de una comunidad de vegetación en un área local que tienden a coexistir dentro de los paisajes naturales con variables biofísicas, gradientes ambientales, y procesos dinámicos similares” (Comer et al., 2003, p. 10).

Según Valencia et al. (1999), los bosques montanos son formaciones vegetales comunes de la zona andina, tanto en sus características estructurales como florísticas. Las temperaturas promedio son menores en relación a las zonas bajas con una característica neblina. En cuanto a su rango altitudinal, en la parte norte de las estribaciones occidentales de la zona Andina, está en un rango aproximado de los 1.800 a los 3.000 msnm, y en la parte sur se encuentra en un rango de los 1.500 a 2.900 msnm. En la región Amazónica y estribaciones orientales se encuentra en un rango altitudinal desde los 2.000 a los 2.900 msnm en el norte y de los 1.800 a los 2.800 msnm en el sur, mientras que, en la región Costa no tiene presencia (MAE & FAO, 2015).

Una de las principales características de los bosques montanos o de montaña en Ecuador es la presencia de epífitas y musgos que crecen en los árboles (MAE & FAO, 2015). La mayor parte de especies de epífitas son orquídeas (Orchidaceae), seguidas de las familias Araceae (anturios) y Bromeliaceae (huicundos) (Webster, 1995) y representan lugares propicios para el desarrollo de anfibios, reptiles e insectos.

4.2. Importancia de los Bosques Montanos

Los bosques montanos de la región Andina poseen una importancia mundial por ser reservorios de biodiversidad y por sus excepcionales funciones de regulación hídrica y mantenimiento de una alta calidad del agua (Bubb et al., 2004). Los bosques de montaña son fundamentales para conservar las cuencas hidrográficas porque capturan de 5 al 20% sobre el volumen normal de la precipitación, además, la diversidad florística incrementa a medida que se sube a las partes altas de estos bosques (Hamilton, 1995).

Los bosques montanos salvaguardan a las poblaciones humanas frente a eventuales desastres naturales, al mismo tiempo, aseguran los recursos naturales y los servicios ambientales

que derivan de los mismos para la subsistencia y bienestar de la vida (FAO, 2011). En el caso particular de los bosques montanos, los servicios de aprovisionamiento se refieren a toda la madera que suministran estos bosques para las actividades humanas como la construcción de infraestructura y; combustible, a los productos forestales no madereros como alimentos (animales de caza silvestre, hongos y bayas), medicamentos, e incluso se pueden incluir el pastoreo como medio de vida (FAO, 2010, 2020). Dentro de los servicios reguladores y de apoyo, los bosques montanos favorecen la retención de los suelos y reducen el riesgo de aludes y desprendimiento de rocas. En particular, los bosques higrofíticos nubosos mantienen la humedad, además, interceptan y almacenan el agua de lluvia, nieblas y nieve, y la liberan de forma progresiva, de esta manera, se mantiene el caudal aguas abajo a gran escala (FAO, 2010, 2020).

En definitiva, los bosques montanos disminuyen los caudales máximos y por tanto reducen tanto la erosión del suelo como sus consecuencias (aludes y las inundaciones aguas abajo). Cabe mencionar que también son grandes sumideros de carbono, lo cual es vital para mitigar los efectos adversos del cambio climático. El aislamiento de cada bosque y la variedad de climas favorece el endemismo y la biodiversidad, por ello, muchos bosques son considerados puntos de biodiversidad críticos, y brindan beneficios relacionados con la investigación, educación ambiental y ecoturismo (FAO, 2010, 2020).

4.3. Realidad actual de los Bosques en Ecuador

Un informe del Ministerio del Ambiente del Ecuador (2017), manifiesta que ha existido una pérdida promedio de 94.353 hectáreas de bosque en el país, en el período de 2014 a 2016. El informe “La Deforestación en el Ecuador, 1990-2018” señala que el Ecuador en 1990, tenía una remanencia forestal nativa de 68%. Entre 1990 y 2018 la remanencia de los bosques nativos del Ecuador se redujo a 56%. Este mismo informe menciona que el 99% del área deforestada bruta entre 1990 y 2018 fue transformada a áreas agropecuarias, acuicultura y plantaciones forestales, directamente o indirectamente por otros procesos del cambio de uso del suelo (Sierra et al., 2021).

A nivel local, en la provincia de Loja, la deforestación en el periodo de 2014 a 2016 llegó a la cifra de 3.359 hectáreas y en la provincia de Zamora Chinchipe alcanzó las 8 564 hectáreas en los mismos años (MAE, 2017). Paralelamente, el estudio de Manchego et al. (2017), concluyó que

la deforestación en la zona sur del Ecuador está entre las más grandes amenazas junto a los efectos potenciales del cambio climático.

4.4. Tipos de bosques montanos de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

4.4.1. Bosque de Neblina Montano, sector sur de la cordillera oriental

También denominado Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsMn02), es un ecosistema donde el dosel alcanza los 20 metros de altura, su extensión va desde 2 200 a 3 000 m s.n.m., generalmente los árboles tienden a desarrollar fustes rectos. En zonas accidentadas los árboles tienen fustes torcidos y quebrados donde el dosel alcanza alrededor de 4 metros de altura. Los componentes florísticos de las tierras bajas están prácticamente ausentes y la mayor parte de familias y géneros son de origen andino. Se destacan las familias Melastomataceae, Myrsinaceae, Cunoniaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Celastraceae, Podocarpaceae y Ternstroemiaceae. Se han registrado entre 75 y 110 especies por hectárea. En comparación al bosque montano bajo, la diversidad alfa de árboles es menor; sin embargo, las epífitas aumentan en abundancia y diversidad. Entre las epífitas más diversas se incluyen orquídeas, helechos y briófitos (MAE, 2013).

Se han determinado varias especies diagnósticas de este tipo de bosque (MAE, 2013): *Alchornea grandiflora*, *Ardisia* spp., *Calyptranthes pulchella*, *Cedrela montana*, *Ceratostema loranthiflorum*, *Ceroxylon parvifrons*, *Cinchona mutisii*, *Clethra ovalifolia*, *Clusia alata*, *C. ducuides*, *C. elliptica*, *C. multiflora*, *Cyathea bipinnatifida*, *C. straminea*, *Cybianthus marginatus*, *Disterigma pentandrum*, *Drimys granadensis*, *Elaeagia ecuadorensis*, *Eugenia* spp., *Geonoma densa*, *Graffenrieda emarginata*, *G. harlingii*, *Hedyosmum goudotianum*, *H. racemosum*, *H. translucidum*, *Ilex rimbachii*, *Ilex* sp., *Gordonia fruticosa*, *Licaria subsessilis*, *Macleania mollis*, *Miconia imitans*, *M. poortmannii*, *M. rivetii*, *M. zamorensis*, *Morella pubescens*, *Myrsine andina*, *M. coriacea*, *Ocotea benthamiana*, *O. infrafoveolata*, *Palicourea* spp., *Persea ferruginea*, *Podocarpus oleifolius*, *Prumnopitys montana*, *Purdiaea nutans*, *Schefflera pentandra*, *Symplocos coriacea*, *Ternstroemia jelskii*, *Tibouchina lepidota*, *Weinmannia cochensis*, *W. pinnata*, *W. elliptica*, *W. fagaroides*.

4.4.2. *Bosque Siempreverde Montano Alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn02).*

Son bosques siempre verdes bajos a medios, esclerófilos a subesclerófilos y lauroides, generalmente densos y con dos estratos leñosos, con abundantes epífitas y briófitas. La altura del dosel varía entre 8 a 10 m. Los troncos de los árboles son gruesos y torcidos, muchos de ellos se ramifican desde el nivel del suelo o presentan raíces adventicias, como en el caso de *Clusia flaviflora*. En cuanto a su composición florísticas, es común entrar a los géneros *Ilex*, *Oreopanax*, *Schefflera*, *Maytenus*, *Hedyosmum*, *Clethra*, *Clusia*, *Weinmannia*, *Gaiadendron*, *Myrsine*, *Ardisia*, *Symplocos*, *Gordonia*, *Ternstroemia*, *Drymis*, *Saurauia*, *Desfontainia*, *Myrcia*, *Myrcianthes*, *Podocarpus*, *Prumnopitys*, *Turpinia*, *Freziera* y varios géneros de Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae. La flora epifítica está dominada por *Orchidaceae*, *Bromeliaceae* e *Hymenophyllaceae*. En áreas alteradas hay dominancia de *Chusquea* y *Rhipidocladum*. Estos ecosistemas están distribuidos en franjas que limitan con el páramo, en ocasiones crecen a manera de islas que tienen similitud en composición florística a nivel de género, pero difieren en la composición de especies (MAE, 2013).

Las especies establecidas como diagnósticas de este tipo de bosque son las siguientes (MAE, 2013): *Ageratina dendroides*, *Antidaphne andina*, *Baccharis latifolia*, *B. macrantha*, *Bejaria resinosa*, *Berberis lutea*, *Bomarea brachysepala*, *B. dissitifolia*, *Brachyotum andreanum*, *B. confertum*, *Brachyotum* sp., *Brunellia ovalifolia*, *Calceolaria fusca*, *Ceratostema reginaldii*, *Cinchona mutisii*, *Clethra fimbriata*, *Clusia elliptica*, *Cyathea brevistipes*, *Cybianthus magnus*, *Desfontainia spinosa*, *Dicksonia sellowiana*, *Disterigma acuminatum*, *D. codonanthum*, *D. empetrifolium*, *Drimys granadensis*, *Eriosorus cheilanthoides*, *E. flexuosus*, *E. rufescens*, *Freziera microphylla*, *Geissanthus vanderwerffii*, *Geonoma orbignyana*, *G. weberbaueri*, *Gunnera magellanica*, *Gynoxys cuicochensis*, *G. laurifolia*, *G. regis*, *Hedyosmum cumbalense*, *H. luteynii*, *H. racemosum*, *H. scabrum*, *Hesperomeles ferruginea*, *Hypericum decandrum*, *H. laricifolium*, *Ilex rimbachii*, *Melpomene moniliformis*, *M. sodiroi*, *Miconia* spp., *M. theazans*, *Myrcianthes rhopaloides*, *Myrica pubescens*, *Myrsine andina*, *Myrsine* spp., *Ocotea infrafoveolata*, *Oreocallis mucronata*, *Oreopanax andreanum*, *O. ecuadorensis*, *O. impolitus*, *O. obscurus*, *O. sessiliflorus*, *Panopsis ferruginea*, *Pentacalia theifolia*, *Pernettya prostrata*, *Persea brevipes*, *P. bullata*, *Pitcairnia trianae*, *Racinaea seemannii*, *R. tripinnata*, *Rhamnus granulosa*, *Ribes andicola*, *R.*

ecuadorensis, *Symplocos clethrifolia*, *S. fuscata*, *Terpsichore dependens*, *Weinmannia cochensis*, *W. elliptica*, *W. elliptica*, *W. reticulata*, *Zinowiewia madsenii*.

4.5.Estratos

Son las diferentes capas de vegetación que conforman las plantas en el bosque de acuerdo a su tamaño, en ecología se diferencian los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y muscinal. El estrato arbóreo está formado por componentes florísticos leñosos que poseen alturas mayores a 5 m, fuste recto o muy ramificado, y la forma de la copa depende de la especie y de la formación vegetal. El estrato arbustivo está constituido por individuos semileñosos o leñosos, presentan alturas inferiores a 5 m; una característica principal es la presencia de varios fustecillos. En el estrato herbáceo constan los individuos cuyos tallos son suaves a veces carnosos, con alturas máximas de 1 m; mientras que el estrato muscinal está constituido por musgos y líquenes (Sánchez & Rosales, 2002).

La distribución de las comunidades vegetales de acuerdo a su estrato está determinada por las condiciones climáticas y las características edáficas, por lo que el arreglo espacial vertical y horizontal se debe a los recursos disponibles, que involucran el suelo, los nutrientes, el agua y la luz (Durán, 1997).

4.6.Composición Florística

La composición florística se refiere a la suma o enumeración de todas las especies vegetales que se logran identificar en una determinada categoría de vegetación. Por tanto, la composición florística es equivalente a demostrar la riqueza de especies de vegetales de cierto tipo de vegetación. Se calcula sumando todas las especies diferentes que se han encontrado e identificado en cada uno de los transectos o parcelas. Para ello, es primordial disgregar las especies que se identifican según la forma de vida: árbol, arbustos, hierbas (Aguirre, 2013).

El estudio de la composición florística posibilita determinar la localización concreta de taxones raros o endémicos, o de especies en peligro de extinción y a saber el área de distribución de las diferentes especies; por ende, permite entender el alcance de la diversidad vegetal y las necesidades de manejo de un bosque para tan solo así desarrollar estrategias que contribuyan a la conservación de su biodiversidad (Poma, 2013; Torres, 2014).

4.7. Parámetros estructurales

Los parámetros estructurales fundamentales de un bosque recomendados por Aguirre & Aguirre (1999) y Cerón (1993), son:

- Densidad absoluta (D): Está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área o superficie determinada. Para el cálculo no es necesario contar todos los individuos de una zona, sino que se pueden realizar muestreos en áreas representativas (Aguirre & Aguirre, 1999). La fórmula es la siguiente:

$$D = \frac{\text{Número total de individuos por especie}}{\text{Total de área muestreada}}$$

- Densidad relativa (Dr): Permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal y está dada por número de individuos de una misma especie con relación al total de individuos de la población (Aguirre & Aguirre, 1999). La fórmula es la siguiente:

$$Dr = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos por especie}} \times 100$$

- Dominancia relativa (Dmr): Es el porcentaje de biomasa que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada. Se usa para árboles y arbustos (Aguirre & Aguirre, 1999). La fórmula es la siguiente:

$$Dmr = \frac{\text{Área basal por especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

- Frecuencia relativa (Fr): Es el número de unidades de muestreos con la especie, en relación a la suma de frecuencias de todas las especies (Cerón, 1993). Se expresa como el porcentaje del número de unidades muestrales en las que el atributo aparece en relación con el número total de unidades muestrales. La fórmula es la siguiente:

$$Fr = \frac{\text{Número de parcelas en la que esta la especie}}{\text{Número total de parcelas evaluadas}} \times 100$$

- Índice de valor de importancia (IVI): 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, que controla en un porcentaje alto la energía que llega a ese ecosistema. Su ausencia implica cambios

sustanciales en la estabilidad del ecosistema (Cerón, 1993; Aguirre & Aguirre, 1999). La fórmula es la siguiente:

$$IVI = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} / 3$$

4.8.Diversidad

La diversidad biológica o biodiversidad se expresa como la variedad entre los organismos de todas las fuentes, incluidos los organismos terrestres, marinos y de otros ecosistemas acuáticos, así como los complejos ecológicos de los que son parte; esto incluye diversidad dentro de las especies, entre especies y de ecosistemas (UNEP, 1992).

Los análisis acerca de la medición de la biodiversidad se han dedicado a la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Pero estos análisis, consideran a las comunidades como un entorno neutro cuando en realidad no están aisladas. En cada unidad geográfica, en cada ecosistema, existen un número variable de comunidades (Moreno, 2001).

Bajo este contexto, para comprender de forma integral los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, se realiza la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972), esta clasificación de la biodiversidad es de gran aplicación, pues permite medir y monitorear los efectos de las actividades humanas (Halffter, 1998). La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea, la diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y la diversidad gamma es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta (Whittaker, 1972).

4.9.Índices para medir la diversidad alfa.

Los principales índices para evaluar la diversidad alfa son:

- **Índice de riqueza específica de Margalef ($D\alpha$)**

Es la forma más simple de cuantificar la diversidad alfa. Relaciona el número de especies de acuerdo con el número total de individuos (Moreno, 2001; Villarreal et al., 2006). Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995). La fórmula es la siguiente:

$$D \propto \frac{S - 1}{\log N}$$

Donde:

$D \propto$ Índice de riqueza de Margalef

S= Número de especies

N= Número total de individuos

- **Índice de dominancia de Simpson (δ)**

Este índice muestra la probabilidad de que dos individuos sacados al azar de una muestra correspondan a la misma especie (Moreno, 2001; Villarreal et al., 2006). Está fuertemente condicionado por la importancia de las especies dominantes (Aguirre & Yaguana, 2012). La fórmula es la siguiente:

$$\delta = \sum (P_i)^2$$

Donde:

δ = Índice de dominancia de Simpson

P_i = Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N)

n = Número de individuos de la especie

N = Número total de especies

- **Índice de diversidad de Simpson (λ):**

Se basa en la probabilidad de que dos individuos tomados al azar pertenezcan a especies diferentes. La fórmula es la siguiente:

$$\lambda = 1 - \delta$$

Donde:

λ = Índice de diversidad de Simpson

δ = Índice de dominancia

- **Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')**

Asume que todas las especies están representadas en las muestras e indica qué tan uniformes están representadas las especies (en abundancia) teniendo en cuenta todas las especies muestreadas (Moreno, 2001; Villarreal et al., 2006). 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 qué especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección (Aguirre & Yaguana, 2012). La fórmula es la siguiente:

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

Dónde:

H' = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especie

P_i = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Ln = Logaritmo natural

- **Índice de equidad de Pielou (E):**

Con base en los valores de diversidad del índice de Shannon-Wiener, expresa la equidad como la proporción de la diversidad observada en relación con la máxima diversidad esperada (Moreno, 2001; Villarreal et al., 2006). 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 & Yaguana, 2012). La fórmula es la siguiente:

$$E = \frac{H'}{H(max)}$$

Donde:

E = Índice de equidad

H' = Índice de Shannon-Wiener

H max = Ln del total de especies (S)

4.10. Tipos de muestreo de la vegetación.

Existen diversos tipos de muestreo de la vegetación y cada uno será idóneo de acuerdo al tipo de vegetación, objetivos del estudio, tiempo disponible, condiciones ambientales del terreno, entre otros. Algunos de los métodos que se han realizado en el Ecuador son:

4.10.1. Transectos

El método de los transectos es ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación. Un transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los

transectos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medir (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

El largo de un transecto puede ser desde algunos centímetros hasta cientos de metros, incluso hasta kilómetros, lo cual está en función de varios elementos, como es el caso de la pendiente, de los tipos de formaciones vegetales, los criterios asumidos por el diseño de muestreo, etc. En ciertos tipos de vegetación es más fácil aplicar un transecto que otro método. Puede permitir más productividad del muestreo en vegetación abierta y ser más práctico en vegetación alta; si la vegetación es muy densa el conteo puede resultar más retardado (Ferro-Díaz, 2015).

El método de Transectos o Fajas se puede realizar a partir de determinados puntos a lo largo de una línea base o de puntos de referencia. Estos puntos de partida deben señalarse con estacas de madera sólida y con dos colores de banderines, además de una etiqueta de aluminio que incluya el número de transecto, rumbo y longitud. Las fajas permiten delimitar con facilidad unidades de gran magnitud, a la vez que captan una alta proporción de la variabilidad del bosque (Mariscal et al., 2000).

4.10.2. Parcelas Permanentes

Se utilizan principalmente en estudios de dinámica de la regeneración natural, monitoreo de la diversidad, crecimiento de la masa forestal, fenología y para la evaluación del efecto de las coberturas sobre el suelo, el agua y la vida silvestre. Los árboles se dejan con placas metálicas para en el futuro volver a controlar el DAP que ha crecido, seguir la fenología de los individuos o para otros estudios ecológicos como dispersión de semillas o polinización. Las parcelas permanentes son generalmente de 1 Ha, en el Ecuador se utilizan parcelas de 100 x 100 m, divididas en 25 subparcelas de 20 x 20 m (Cerón, 2003).

4.10.3. Cuadrantes

El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas. Por su facilidad de determinar la cobertura de especies, los cuadrantes eran muy utilizados para muestrear la vegetación de sabanas y vegetación herbácea. Hoy en día, los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier clase de plantas. El tamaño del cuadrante está inversamente relacionado con la facilidad y velocidad de muestreo. El tamaño del cuadrante, también, depende de la forma de vida y de la densidad de los individuos.

Para refinar el tamaño adecuado, es necesario realizar pre-muestreos, ya que, de no ser así, habrá muchas parcelas con ausencia de individuos o, al contrario, se tendrán cuadrantes en los que se utilizará mucho tiempo (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

4.10.4. Punto Centro Cuadrado

El punto-centro-cuadrado es uno de los métodos usados, principalmente, para el muestreo de árboles. Las ventajas de este método son la rapidez de muestreo, el poco equipo y mano de obra que requiere y, además, la flexibilidad de medición, puesto que no es necesario acondicionar el tamaño de la unidad muestral a las condiciones particulares de la vegetación. Este método está basado en la medida de cuatro puntos a partir de un centro. Específicamente, consiste en ubicar puntos a través de una línea (senda, picadas, línea imaginaria). En esta línea, cada cierta distancia (50 o 10 m) o al azar, se debe ubicar un punto a partir del cual se hará el muestreo de la vegetación. En este punto se cruzan dos líneas imaginarias, con las cuales se obtienen 4 cuadrantes con ángulos de 90°. En cada cuadrante se debe ubicar el árbol más cercano al punto central y tomar la distancia respectiva. Al final, en cada punto se consideran solo 4 árboles, de los cuales se pueden tomar medidas adicionales como especie, altura, DAP y forma de copa (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

4.11. Estudios relacionados con la investigación: Composición Florística y Diversidad del Bosque de Neblina montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto.

En cuanto a estudios similares a la presente investigación y realizados en la región de América Latina y el Caribe, se mencionan los siguientes:

En un estudio realizado en la Reserva Cabo Blanco, Costa Rica, se muestrearon tres sitios diferentes para realizar la composición florística: el interior de la reserva, el borde de la reserva y los remanentes de bosque ubicados en el pueblo de Cabuya. Se obtuvo un registro total de 45 especies, la mayor parte de estas en el interior de la reserva (24 especies), así mismo, la densidad media de árboles fue mayor en el interior de la reserva ($520 \pm 181,4$). *Pseudobombax septenatum*, *Spondias mombin* y *Anacardium excelsum* fueron las especies dominantes en el interior de la reserva. *Enterolobium cyclocarpum* y *Samanea saman* dominaron el rodal del borde de la reserva, mientras que *Samanea saman* y *Bombacopsis quinata* dominaron los remanentes de bosque ubicados en Cabuya. Los resultados aluden que la cobertura vegetal de la reserva está constituida

por un mosaico de bosque húmedo premontano, con diferentes períodos de intervención humana (Oviedo, 2015).

En otro estudio realizado en la Reserva Forestal de la Institución Educativa Cajete, Colombia, en el bosque húmedo premontano tropical (bh-P/T), se registraron un total de 164 especies, correspondientes a 130 géneros y 58 familias. Las familias con más especies fueron Asteraceae, Araceae, Rubiaceae y Melastomataceae. La mayoría de especies de Asteraceae, Melastomataceae y Myrtaceae se encontraron en zonas abiertas de la reserva. El estrato arbustivo fue el dominante con un elevado número de especies; el estrato arbóreo estuvo constituido por unas pocas especies. *Quercus humboldtii* y *Banara guianensis* fueron las especies con mayor dominancia e índice de valor de importancia en el bosque. Los resultados mostraron que la gran abundancia de la familia Asteraceae puede deberse al resultado de las perturbaciones humanas, lo cual ha influido notablemente en la disminución de la biodiversidad de flora (López et al., 2015).

En cuanto a estudios similares a la presente investigación y realizados a nivel nacional y local, existen los siguientes:

En 2017 se realizó un proyecto de investigación en los ecosistemas andinos del bosque relicto de *Polylepis* de la Reserva de Producción de Fauna Chimborazo, en el cual, se identificaron 18 especies correspondientes a 11 familias, en un área de 0,5 ha de muestreo. La especie *Polylepis reticulata* fue la más abundante y mostró una biodiversidad especial. Además de *Polylepis reticulata*, se identificó a otras especies endémicas de este género en Ecuador, *Polylepis lanuginosa* y *Polylepis microphylla*. El índice de riqueza específica de Margalef mostró un valor de 1,944, el índice de diversidad de Shannon presentó un valor de 2,188, el índice de diversidad de especies de Simpson indicó un valor de 0,813, y el índice de equidad de Pielou tuvo un valor de 0,757. Estos resultados demostraron la gran y única biodiversidad que posee este bosque, producto en gran parte de su aislamiento y condiciones ambientales (Castillo et al., 2017).

En otra investigación realizada en el Bosque de Neblina Montano del sector San Antonio de la Montaña cantón Baños, provincia Tungurahua, realizada por García (2014), se identificó un total de 23 familias, 38 especies 190 individuos, y 27 especies herbáceas, en un área de muestreo de 1000 m². En términos de abundancia, se destacó la especie *Oreopanax ecuadorensis* con 17 individuos, mientras que la familia más abundante fue Melastomataceae con 44 individuos. Según el índice de valor de importancia, la especie *Croton magdalenensis* con 17,69 % fue la más significativa, el mayor peso ecológico obtuvo la familia Melastomataceae con 43,07 %. Los índices

de diversidad demostraron una diversidad alta: el índice de Simpson tuvo un valor de 0,96 y el índice de Shannon-Wiener tuvo un valor de 3,34.

En el estudio realizado por Lema et al. (2021), sobre la composición y estructura en el bosque siempreverde montano en el sector La Esperanza, cantón Pujilí, provincia de Cotopaxi, se registró un total de 21 especies del estrato arbóreo, de las cuales resaltaron tres familias: Euphorbiaceae, Symplocaceae y Lauraceae. Este estudio aportó con información base para la creación del Banco de Germoplasma de la comunidad universitaria. En otra investigación realizada por López (2014) en el bosque montano alto en Patichubamba, provincia de Pichincha, las familias más abundantes fueron Asteraceae, Melastomataceae y Betulaceae. En el índice de valor de importancia se destacaron las especies: Aliso (*Alnus acuminata*) (33,72 %), Mimisca (*Verbesina lloensis*) (10,08 %) y Zarcilejo blanco (*Brachyotum ledifolium*) (5,99 %). El índice de diversidad de Shanon-Wiener tuvo un rango de 2,31 a 2,71 con excepción de un transecto con 3,35, por ello se estimó una diversidad media, mientras que el índice de equidad de Pielou todos los valores fueron superiores al 67 %, mostrando que la abundancia en los transectos de muestreo es semejante.

Tayupanta et al. (2020), en su estudio realizado en 5 transectos de 40 x 5 metros, instalados en el bosque de neblina montano en Chillanes, Bolívar, Ecuador registraron un total de 58 individuos, correspondientes a 18 familias, 23 géneros y 27 especies. Según el índice de valor de importancia la especie dominante fue *Ficus dulciaria* con 43,41 %. El índice de diversidad de Simpson fue 0,95 y el de Shannon fue de 3,16, demostrando la existencia de una gran diversidad en este tipo de bosque forestal.

5. Metodología

El presente estudio tuvo un diseño de investigación de tipo descriptivo, exploratorio y comparativo ya que se basó en literatura fundamentada, con un análisis cualitativo y cuantitativo de las características de la vegetación del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto, de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.

5.1. Área de estudio

La presente investigación se estableció en el Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto, que se encuentran en la reserva privada Madrigal del Podocarpus (Figura 1), la cual posee una superficie de 306 hectáreas y está ubicada al sur oriente de la ciudad de Loja, en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus, entre las coordenadas UTM 703585 de longitud este y 9552357 de latitud norte (Jiménez, 2017). La reserva limita al norte con la Microcuenca Mendieta, al sur con la Microcuenca Namanda, al este con la Cordillera de los Andes y, al oeste con el Barrio Zamora Huayco. Posee un rango altitudinal que oscila entre 2 225 a 3 310 m.s.n.m (Jiménez, 2017), y registra una precipitación anual de 1 066 mm/año y una temperatura media anual de 16° C, según datos de la estación la Argelia durante el periodo del 2000 al 2010 (Piedra, 2015).

Atraviesa por condiciones secas en ciertos meses del año, durante los meses de julio a noviembre tienen bajos niveles de lluvia, con el peligro de incendios en el mes de noviembre (Baker, 2017; Nasa, 2016).

Madrigal del Podocarpus fue declarado reserva natural privada en el año 2005, con fines de conservación, investigación científica y reforestación. Imparte educación ambiental a niños y jóvenes, lo cual, fomenta la convivencia armoniosa con la naturaleza y por tanto su conservación (Piedra, 2015).

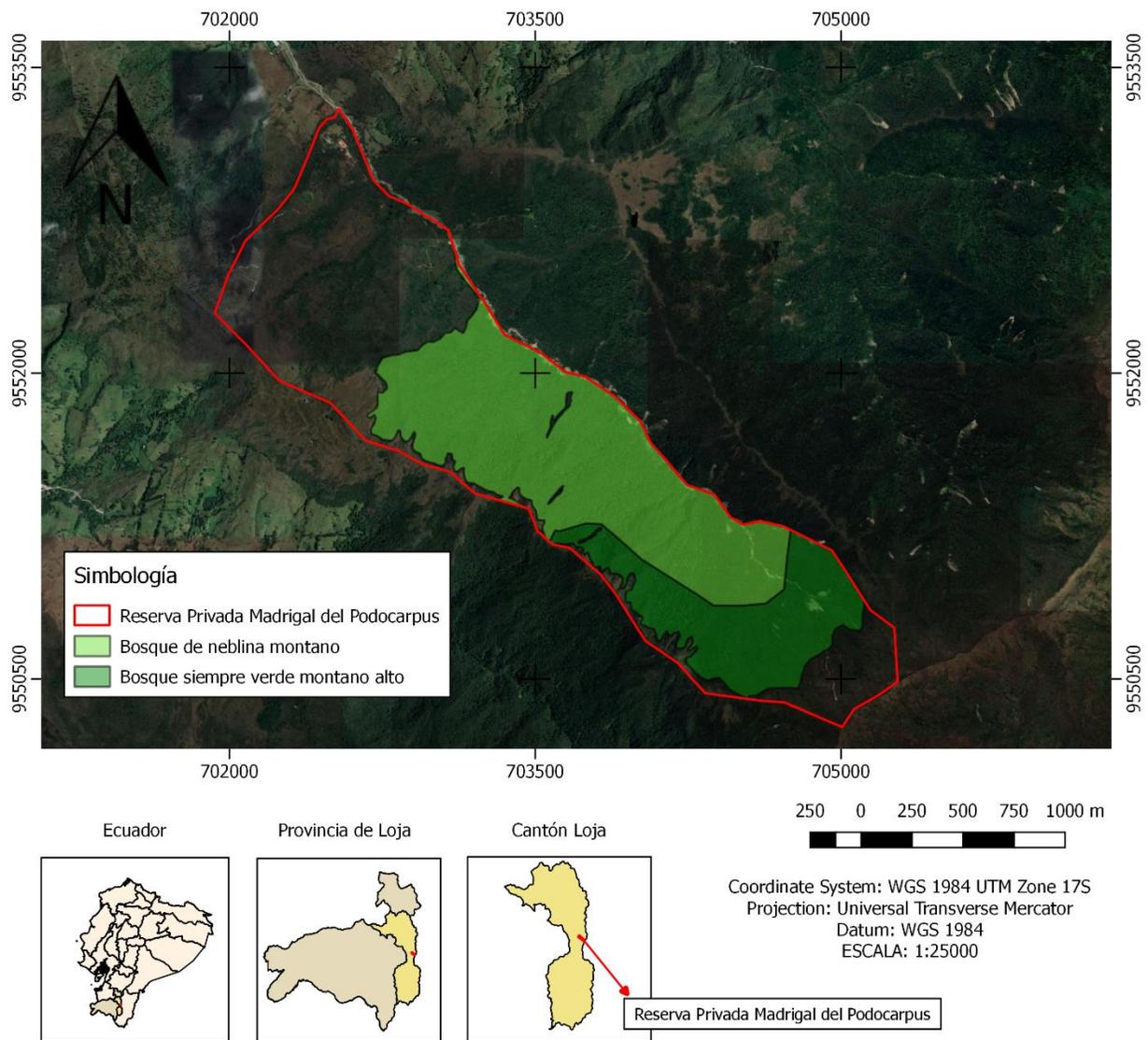


Figura 1. Mapa de ubicación de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

5.2. Metodología para identificar la composición florística del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.

En primer lugar, se elaboró un mapa de los ecosistemas de estudio, en cada ecosistema se ubicaron los puntos donde se realizaron los transectos (Anexo 1).

Para identificar la composición florística de los dos tipos de ecosistemas de estudio se utilizó la metodología planteada por Aguirre (2019) mediante la instalación de transectos.

5.2.1. Selección del área de estudio.

Se realizó recorridos en los dos ecosistemas de estudio para la instalación de los transectos, se consideraron las siguientes características: accesibilidad, topografía, representatividad de la vegetación y una distancia de 300 metros lineales hacia dentro del bosque para evitar el efecto de borde.

5.2.2. Delimitación e instalación de los transectos de muestreo.

El tamaño de la muestra fue de 4 transectos, lo cual dio una superficie total de 4 000 m² por cada tipo de ecosistema, el cual fue comprobado con la gráfica de la curva de acumulación de especies, en la misma se consideraron las especies del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. La curva de acumulación de especies representó el número de especies acumuladas frente al área muestreada de cada transecto, de tal manera que el número de especies aumento hasta un punto donde la curva se estabiliza y muestra que el muestreo es representativo (Mostacedo & Fredericksen, 2000), para realizarla se usó Microsoft Excel.

Cada transecto fue de 20 x 50 m (1 000 m²), separados a una distancia de 300 m, y se delimitaron con piola de color naranja y estacas de madera. Dentro de cada transecto se procedió a instalar tres sub-parcelas de 5 m x 5 m (25 m²) en sentido diagonal, y cinco sub-parcelas de 1 m x 1 m (1 m²) en sentido diagonal a distancias iguales, como se muestra en la Figura 2.

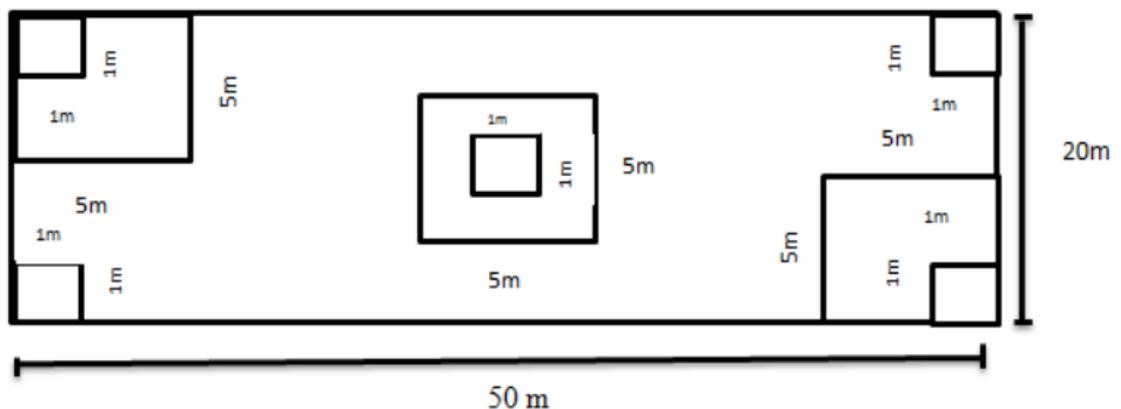


Figura 2. Modelo del diseño del transecto de muestreo de la vegetación (Quizhpe & Orellana, 2011) en los dos bosques de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

La identificación de especies se realizó en campo por observación directa cuando fue posible, mientras que en el caso de los individuos que no pudieron ser identificados de forma

directa, se recolectaron muestras botánicas y fueron llevadas al Herbario “Reinaldo Espinosa” de la Universidad Nacional de Loja para su identificación.

5.3. Metodología para determinar los parámetros estructurales del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.

Para establecer los parámetros estructurales en el estrato arbóreo, se registró en cada transecto a los individuos con diámetro mayor o igual a 10 cm de DAP. El DAP se calculó midiendo la Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP) con una cinta métrica y luego dividiendo para π (3,1416). El área basal de cada individuo se calculó usando la fórmula $AB = \pi (DAP^2 / 4)$.

Se registraron los datos de los individuos mayores o iguales a 10 cm de DAP, con la hoja de campo que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Hoja de campo para el registro de datos de individuos mayores o iguales a 10 cm de DAP en el muestreo de dos bosques de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

Coordenadas UTM:		Lugar:		
N° Transecto:		
Altitud (msnm):		Fecha:		
Breve descripción sitio:		
.....			
.				

N° de Individuo	Nombre Común	Nombre Científico	Diámetro a la Altura del Pecho (cm)	Observaciones
-----------------	--------------	-------------------	-------------------------------------	---------------

Fuente: (Aguirre & Yaguana, 2012).

En cuanto a los individuos del estrato medio e inferior, se registraron los datos que se muestran en la hoja de campo de la Tabla 2.

Tabla 2. Hoja de campo para el registro de datos de individuos del estrato medio e inferior en el muestreo de dos bosques de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

Coordenadas UTM:	Lugar:
N° Transecto:
Altitud (msnm):	

Breve descripción sitio: **Fecha:**

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Nº Individuos	Observaciones
----	--------------	-------------------	---------------	---------------

Fuente: (Aguirre & Yaguana, 2012).

Con los datos obtenidos se calcularon los siguientes parámetros estructurales: densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), dominancia relativa (DmR), frecuencia relativa (Fr) y el índice valor importancia (IVI), tomando en consideración las fórmulas propuestas por Aguirre & Aguirre (1999) y Aguirre & Yaguana (2012).

- **Densidad Absoluta (D)**

$$D = \frac{\text{Número total de individuos por especie}}{\text{Total de área muestreada}}$$

- **Densidad Relativa (DR)**

$$Dr = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$$

- **Frecuencia relativa (Fr)**

$$Fr = \frac{\text{Número de parcelas en la que esta la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$$

- **Dominancia Relativa (DRm)**

$$Dmr = \frac{\text{Área basal por especie}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100$$

Con los parámetros mencionados, se obtuvo el Índice de Valor de Importancia (IVI), con las siguientes ecuaciones:

- Para el estrato superior (arbóreo):

$$IVI = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa} / 3$$

- Para los estratos medio e inferior (arbustos y hierbas):

$$IVI = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia} / 2$$

Para la organización de los resultados de los parámetros estructurales se utilizó la matriz de la Tabla 3.

Tabla 3. Hoja de campo para el registro de datos estructurales de la vegetación en el muestreo de dos bosques de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

Especie	Número de transecto	Total de individuos	Área basal	D (Ind/ha)	DR (%)	Fr (%)	DmR (%)	IVI (%)
TOTAL								

Fuente: (Aguirre & Yaguana, 2012).

5.4. Metodología para estimar y comparar los índices de riqueza, diversidad y equidad de vegetación presente en las áreas del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.

5.4.1. Riqueza Específica

Para conocer la riqueza específica se utilizó la fórmula de Margalef (1969), que mide el número de especies de acuerdo al número total de individuos. Los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de alta biodiversidad (Margalef, 1995). Su fórmula es:

$$D \propto = \frac{S - 1}{\log N}$$

Donde:

D \propto = Índice de riqueza de Margalef

S= Número de especies

N= Número total de individuos

5.4.2. Diversidad

Para calcular la diversidad se utilizaron los índices de Simpson y Shannon Wiener (H') como sugieren Aguirre & Yaguana (2012).

Inverso de Simpson (λ):

Se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$\lambda = 1 - \delta$$

Donde:

λ = Índice de diversidad de Simpson

δ = Índice de dominancia

Los resultados se interpretaron usando la escala de significancia entre 0 – 1 (tabla 4).

Tabla 4. Interpretación del índice de diversidad de Simpson

Valores	Significado
0-0,35	Diversidad baja
0,36-0,70	Diversidad media
>0,71	Diversidad alta

Fuente: (Aguirre & Yaguana, 2012).

Índice de diversidad de Shannon Wiener (H’):

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 qué 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 (Aguirre & Yaguana, 2012). Se calculó utilizando la siguiente fórmula:

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

Donde:

H’ = Índice de la diversidad de la especie

S = Número de especie

Pi = Proporción de la muestra que corresponde a la especie i

Ln = Logaritmo natural

A mayor valor de H’ mayor diversidad de especies.

Para el cálculo del índice de Shannon Wiener (H’) de cada especie, se utilizó la matriz de la tabla 5.

Tabla 5. Matriz para el cálculo del índice de Shannon para cada especie

Especies	Número individuos	Pi = n/N	LN”Pi”	Pi*Ln”pi”
TOTAL	N			-\sum Pi*Ln.Pi

Fuente: (Aguirre & Yaguana, 2012).

Los resultados se interpretaron usando la escala de significancia de la tabla 6.

Tabla 6. Interpretación del índice de Shannon Wiener (H').

Rangos	Significado
0-1,35	Diversidad baja
1,36-3,5	Diversidad media
>3,5	Diversidad alta

Fuente: (Cerón, 2003).

5.4.3. Equidad

La equidad se calculó con el índice de Pielou (E). Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la equidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas (Aguirre & Yaguana, 2012). Se calculó utilizando la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H'}{H(max)}$$

Donde:

E = Índice de equidad

H' = Índice de Shannon-Wiener

H max = Ln del total de especies (S)

Los resultados se interpretaron usando la escala de significancia de la tabla 7.

Tabla 7. Interpretación del índice de equidad de Pielou

Valores	Significado	
0-0,33	Heterogéneo en abundancia	Diversidad baja
0,34-0,66	Ligeramente heterogéneo en abundancia	Diversidad media
>0,67	Homogéneo en abundancia	Diversidad alta

Fuente: (Cerón, 2003).

5.4.4. Análisis estadístico

Para comprobar si la diferencia de riqueza, diversidad y equidad es estadísticamente significativa se utilizó la prueba paramétrica T de Student, en la cual se compararon estos índices de los tres estratos del Bosque de Neblina Montano (BNM) y el Bosque Siempreverde Montano

Alto (BSMA), utilizando cada transecto como réplica. El análisis estadístico se realizó a través del programa informático Infostat (2020). El test paramétrico permitió comprobar la hipótesis de estudio:

H₀= La riqueza, diversidad y equidad son similares en el Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto.

H_a= La riqueza, diversidad y equidad son diferentes entre el Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto.

Antes de realizar la comparación estadística se aplicó la prueba de Normalidad de Shapiro-Wilks y se verificó la homogeneidad de varianzas a través de la prueba de Levene.

6. Resultados

6.1. Composición Florística del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

En las comunidades vegetales del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto se muestreó un total de 4 transectos, sumando un área de 4000 m², los cuales fueron suficientes para tener un área mínima de muestreo, ya que la curva especie-área mostró un punto de inflexión a partir del cuarto transecto (Figuras 3 y 4), por tanto se pudo obtener un muestreo fiable de los dos ecosistemas.

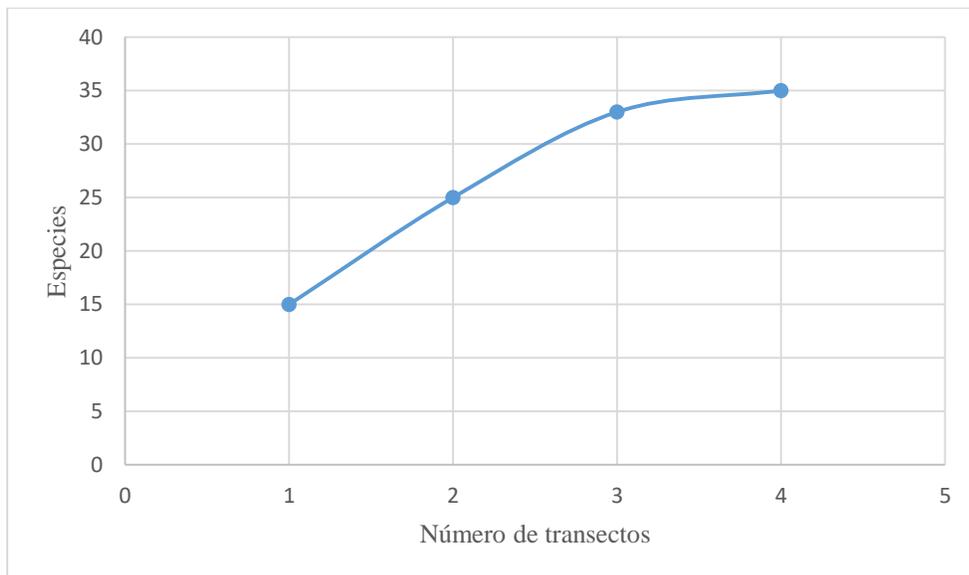


Figura 3. Curva de acumulación especie-área, correspondiente a la vegetación del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

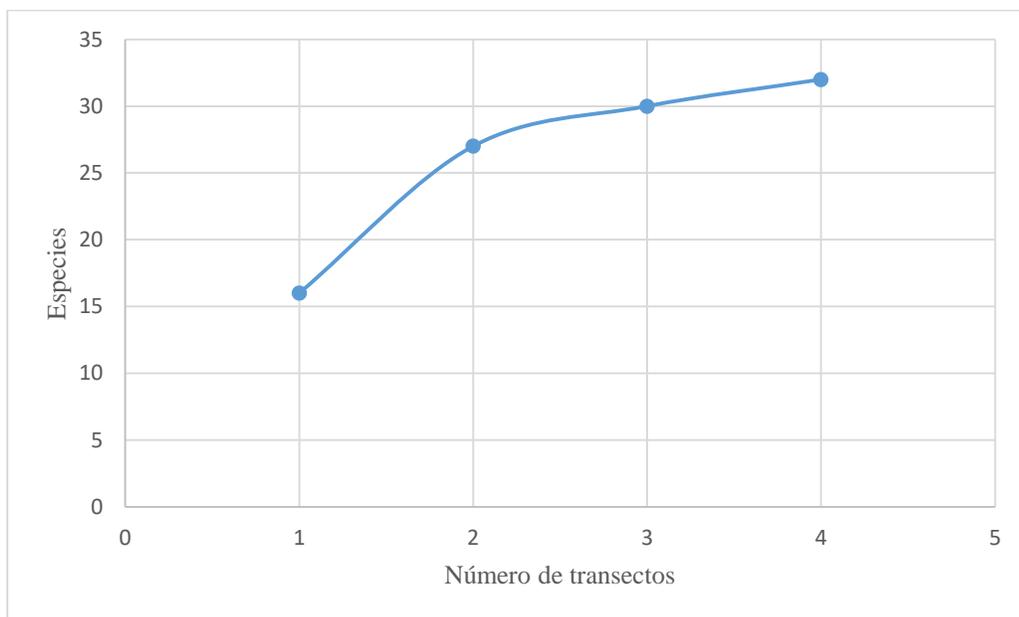


Figura 4. Curva de acumulación especie-área, correspondientes a la vegetación del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

6.1.1. Composición florística del estrato arbóreo

En el Bosque de Neblina Montano se registraron un total de 196 individuos, correspondientes a 15 especies, de 11 familias. La riqueza de especies del estrato arbóreo estuvo representada por las familias Araliaceae, Clusiaceae, Lauracea y Myrtaceae. Las familias Araliaceae, Clusiaceae, Lauracea y Myrtaceae presentaron 2 especies, mientras que el resto de familias muestreadas presentaron una especie en este bosque (Figura 5).

Para el Bosque Siempreverde Montano Alto se registraron 135 individuos, correspondientes a 16 especies, de 14 familias. Las familias Clusiaceae y Melastomataceae presentaron dos especies, mientras que para el resto de familias se registró una especie (Figura 6). En este bosque se encontró un mayor número de familias, sin embargo, al igual que el Bosque de Neblina Montano no presentaron un número considerable de especies.

Cabe destacar que las familias Araliaceae, Clusiaceae, Cunnoniaceae, Melastomataceae, Myricaceae, Myrsinaceae, Myrtaceae y Rubiaceae coinciden en los dos tipos de bosque. En los Anexos 2 y 3 se muestra el listado de individuos, la especie, la familia a la que pertenece y el diámetro a la altura del pecho.

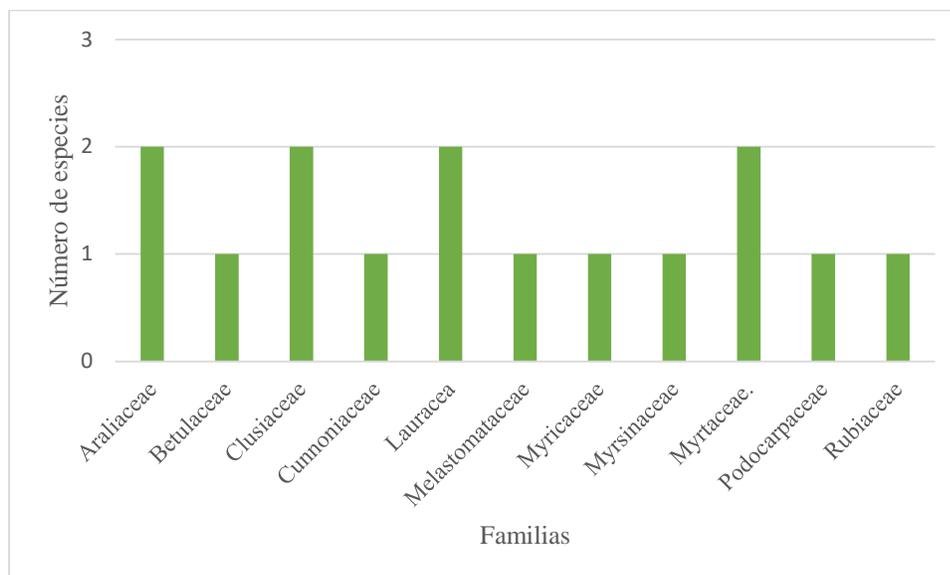


Figura 5. Número de especies que poseen las once familias muestreadas en el estrato arbóreo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

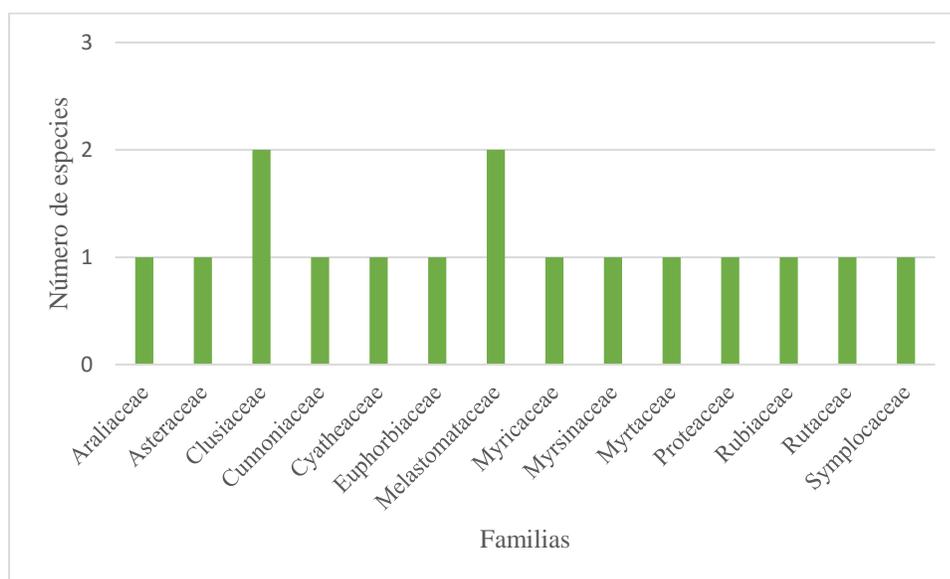


Figura 6. Número de especies de las catorce familias muestreadas en el estrato arbóreo del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

6.1.2. Composición florística del estrato arbustivo

En el estrato arbustivo se registraron 86 individuos, pertenecientes a 14 especies, de 10 familias en el Bosque de Neblina Montano, mientras que en el Bosque Siempreverde Montano Alto se registraron 63 individuos, pertenecientes a 10 especies, de 5 familias. En la Figura 7 se observa que la familia Melastomataceae fue la de mayor riqueza en el Bosque de Neblina Montano con

cuatro especies, seguida de la familia Solanaceae con dos especies, mientras que el resto de familias muestreadas en el estrato arbustivo registraron una especie. En la Figura 8 se observa que las familias con mayor riqueza en el Bosque Siempreverde Montano Alto fueron Asteraceae y Ericaceae con tres especies cada una, seguidas de la familia Melastomataceae con dos especies y por último las familias Poaceae y Cunnoniaceae registraron una especie cada una.

En los Anexos 2 y 3 se muestra el listado de individuos, la especie, la familia a la que pertenece y el diámetro a la altura del pecho.

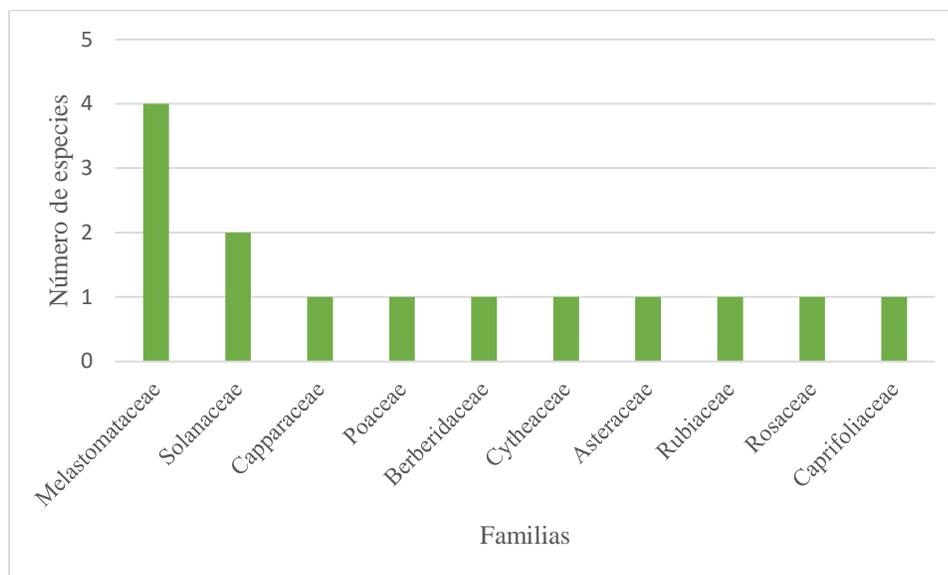


Figura 7. Número de especies de las diez familias encontradas en el estrato arbustivo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

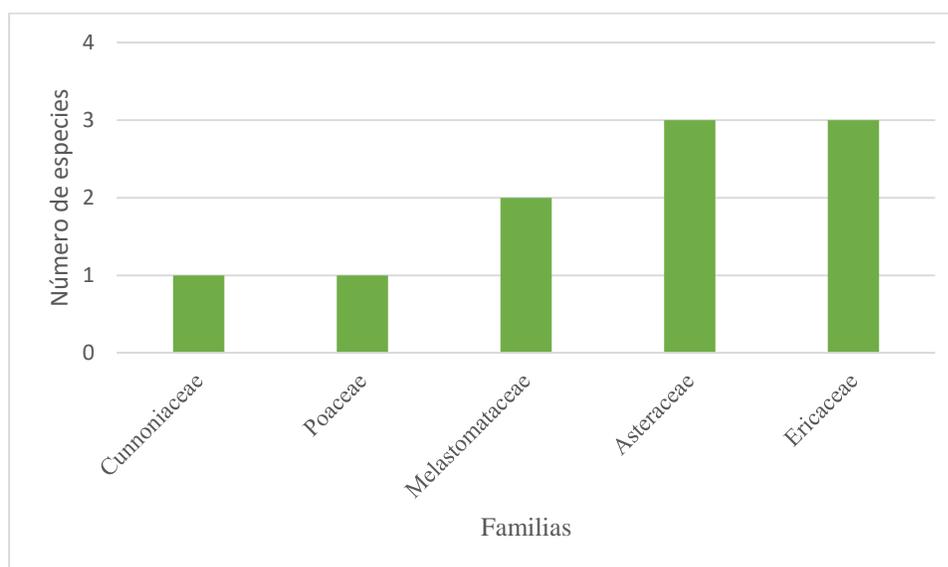


Figura 8. Número de especies de las cinco familias encontradas en el estrato arbustivo en el Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

6.1.3. Composición florística del estrato herbáceo

Dentro del estrato herbáceo, en el Bosque de Neblina Montano se encontraron 44 individuos, correspondientes a 6 especies de 5 familias; del mismo modo, en el Bosque Siempreverde Montano Alto se registraron 41 individuos, correspondientes a 6 especies de 4 familias (Anexos 2 y 3). En la Figura 9 se ilustra que la familia Poaceae posee mayor número de

especies en el Bosque de Neblina Montano. Las familias con mayor número de especies en el estrato herbáceo para el Bosque Siempreverde Montano Alto fueron Lamiaceae y Araceae (Figura 10).

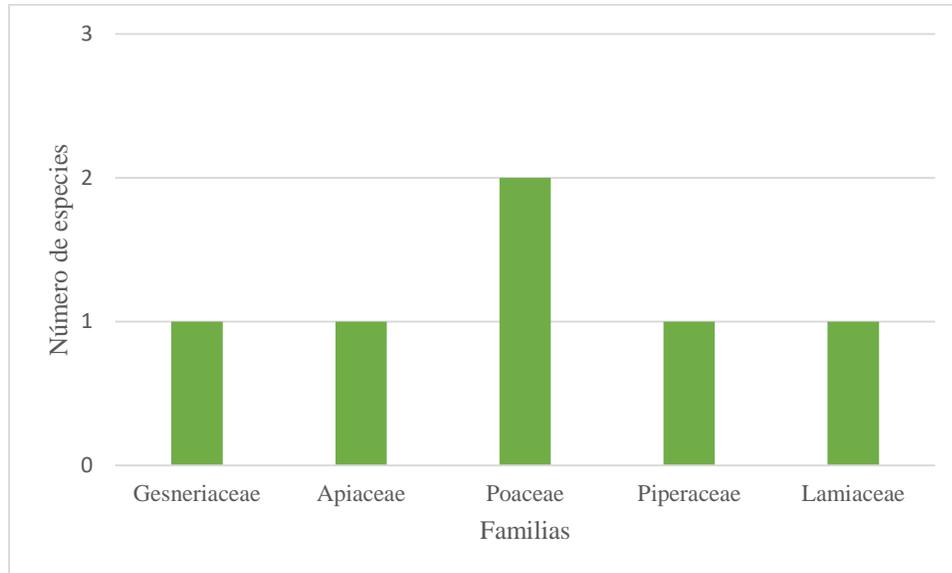


Figura 9. *Número de especies de las cinco familias del estrato herbáceo del Bosque de Neblina Montano en la reserva privada Madrigal del Podocarpus*

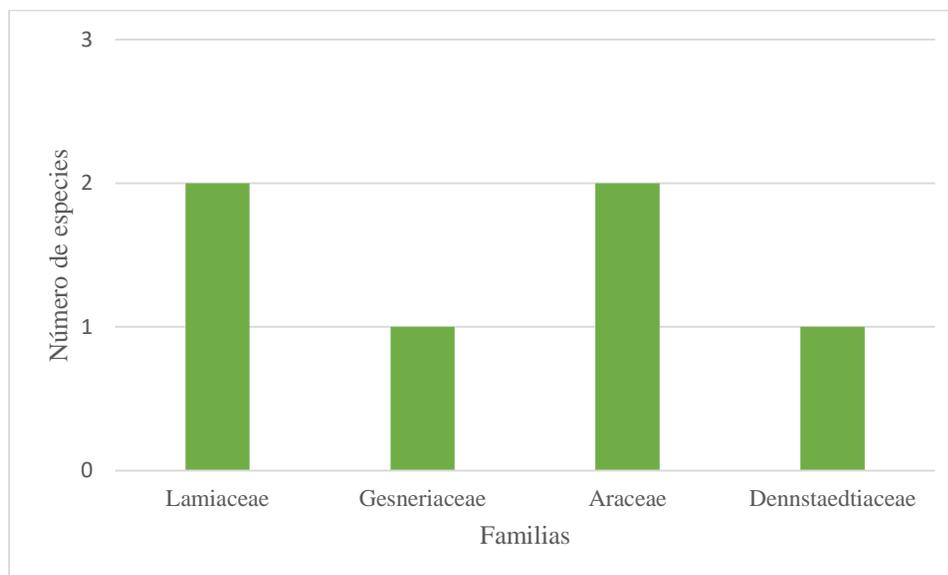


Figura 10. Número de especies de las cuatro familias del estrato herbáceo del Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus

6.2. Parámetros estructurales del Bosque de Neblina Montano y del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

6.2.1. Parámetros estructurales del estrato arbóreo

En la tabla 8 se muestran los parámetros estructurales calculados con los 196 individuos iguales o mayores a 10 cm de DAP, registrados en el Bosque de Neblina Montano.

Tabla 8. Parámetros estructurales del estrato arbóreo (DAP >10 cm) del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

ESPECIE	Dominancia DRm (%)	Densidad (ind/ha)	Densidad Relativa DR (%)	Frecuencia Relativa FR (%)
<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	45,61	165	33,67	10,00
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	0,60	5	1,02	2,50
<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	2,70	20	4,08	7,50
<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	6,73	52,5	10,71	10,00
<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg.	3,02	15	3,06	7,50
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naud.	0,20	2,5	0,51	2,50

<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Parra-O.	1,48	12,5	2,55	5,00
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.	2,50	12,5	2,55	5,00
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	6,26	50	10,20	7,50
<i>Nectandra laurel</i> Nees.	4,91	27,5	5,61	7,50
<i>Persea ferruginea</i> Kunth.	4,40	17,5	3,57	5,00
<i>Podocarpus sprucei</i> Parl.	4,84	15	3,06	5,00
<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	8,19	47,5	9,69	10,00
<i>Schefflera ferruginea</i> (Kunth) Harms.	1,73	7,5	1,53	5,00
<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	6,83	40	8,16	10,00
TOTAL	100	490	100	100

En el estrato arbóreo se registró un total de 490 ind/ha, la especie más abundante fue *Alnus acuminata* con una densidad de 165 ind/ha, seguido de *Clusia elliptica* con 52,5 ind/ha, *Myrsine andina* con 50 ind/ha, *Schefflera acuminata* con 47,5 ind/ha y *Weinmannia elliptica* con 40 ind/ha. En cambio, las especies con menor densidad fueron: *Schefflera ferruginea* con 7,5 ind/ha, *Cinchona pubescens* con 5 ind/ha y *Miconia obscura* con 2,5 ind/ha.

Las especies ecológicamente más importantes en este ecosistema según el IVI fueron: *Alnus acuminata* con 29,76 %, *Schefflera acuminata* con 9,29 % y *Clusia elliptica* con 9,15 %. Las especies que registraron menor representatividad son: *Schefflera ferruginea* con 2,75 %, *Cinchona pubescens* con 1,37 % y *Miconia obscura* con 1,07 % (Figura 11).

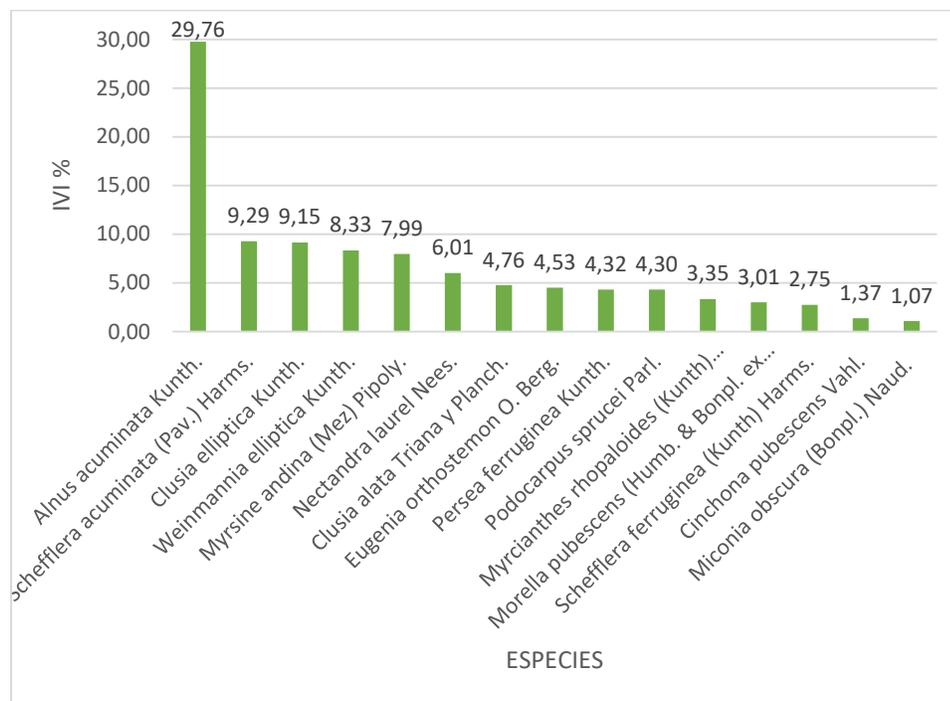


Figura 11. Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato arbóreo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

En la tabla 9 se detallan los parámetros estructurales calculados con los 135 individuos iguales o mayores a 10 cm de DAP, registrados en el Bosque Siempreverde Montano Alto.

Tabla 9. Parámetros estructurales del estrato arbóreo (DAP >10 cm) del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

ESPECIE	Dominancia DRm (%)	Densidad (ind/ha)	Densidad Relativa DR (%)	Frecuencia Relativa FR (%)
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	5,20	17,50	5,19	6,82
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	2,37	12,50	3,70	4,55
<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	2,44	12,50	3,70	4,55
<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	7,60	32,50	9,63	9,09
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin.	3,13	12,50	3,70	6,82
<i>Gynoxys nitida</i> L.	2,11	12,50	3,70	4,55
<i>Miconia asperrima</i> Triana.	9,12	37,50	11,11	9,09
<i>Miconia calvescens</i> DC.	4,25	17,50	5,19	4,55

<i>Morella pubescens</i> Humb. Y Bonpl. ex Willd.	7,51	15,00	4,44	9,09
<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	17,78	37,50	11,11	6,82
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	4,52	12,50	3,70	2,27
<i>Panopsis</i> sp.	1,08	5,00	1,48	4,55
<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	10,78	40,00	11,85	9,09
<i>Symplocos quitensis</i> Brand.	5,78	20,00	5,93	6,82
<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	11,09	27,50	8,15	4,55
<i>Zanthoxylum</i> sp.	5,26	25,00	7,41	6,82
TOTAL	100	337,5	100	100

En el estrato arbóreo se registró un total de 337,5 ind/ha, la especie más abundante fue *Schefflera acuminata* con una densidad de 40 ind/ha, mientras que la especie *Panopsis* sp reportó la menor densidad (5 ind/ha). Las especies que registraron mayor frecuencia en este bosque fueron: *Clusia elliptica*, *Miconia asperrima*, *Morella pubescens* y *Schefflera acuminata* con 9,09 %.

Las especies ecológicamente más importantes fueron: *Myrcianthes hallii* con 11,9 %, *Schefflera acuminata* con 10,57 %, *Miconia asperrima* con 9,77 %, *Clusia elliptica* con 8,77% y *Weinmannia elliptica* con 7,93%. En cambio, las especies con bajos valores en el índice de valor de importancia son: *Myrsine andina* con 3,50 %, *Gynoxys nitida* con 3,45 % y *Panopsis* sp con 2,37 % (Figura 12).

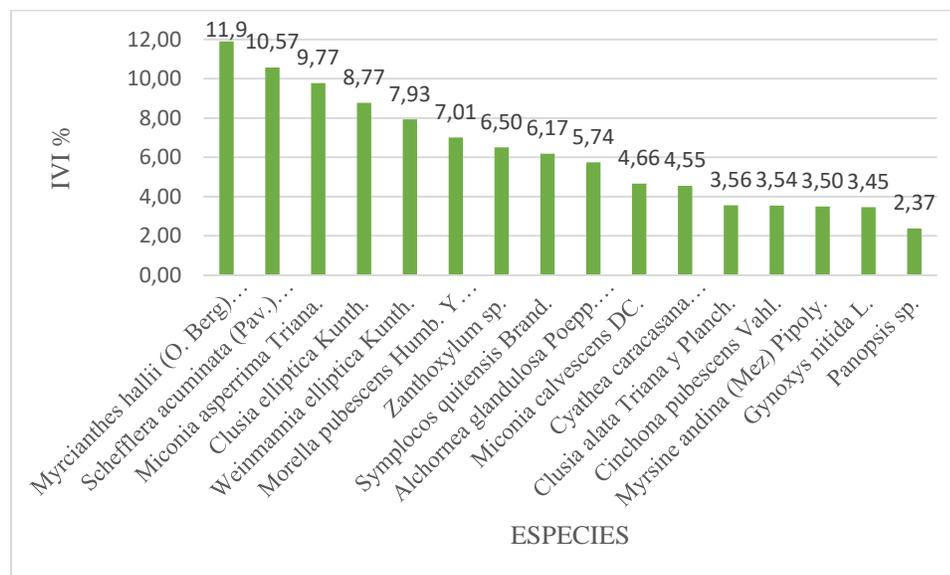


Figura 12. Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato arbóreo del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

6.2.2. Parámetros estructurales del estrato arbustivo

En la tabla 10 se muestran los parámetros estructurales de todas las especies del estrato arbustivo registradas en el Bosque de Neblina Montano.

Tabla 10. Parámetros estructurales del estrato arbustivo del Bosque de Neblina Montano en la reserva privada Madrigal del Podocarpus

ESPECIE	D (N/ha)	DR (%)	FR (%)
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pavon) Pers.	266,67	9,30	9,09
<i>Berberis pichinchensis</i> Turcz.	100,00	3,49	4,55
<i>Cestrum sendtherianum</i> C. Mart.	166,67	5,81	4,55
<i>Cleome longifolia</i> C. Presl.	433,33	15,12	13,64
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin.	333,33	11,63	9,09
<i>Miconia calvescens</i> DC.	66,67	2,33	4,55
<i>Miconia pusilliflora</i> DC.	100,00	3,49	4,55
<i>Miconia rotundifolia</i> (D.Don) Naudin.	166,67	5,81	9,09
<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause.	300,00	10,47	9,09

<i>Rhipidocladum armonicum</i> (Parodi) McClure.	233,33	8,14	9,09
<i>Rubus bogotensis</i> Kunth.	133,33	4,65	4,55
<i>Solanum torvum</i> Sw.	233,33	8,14	4,55
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	200,00	6,98	9,09
<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	133,33	4,65	4,55
TOTAL	2866,67	100	100

Las especie *Cleome longifolia* fue la más abundante con 15,12 %, luego están las especies *Cyathea caracasana* con 11,63 % y *Palicourea heterochroma* con 10,47 %. La especie *Cleome longifolia* resaltó nuevamente en los valores de frecuencia y el índice de valor de importancia, con 13,64 % y 14,38 %, respectivamente, siendo por ello la más importante en este ecosistema.

Otras especies con mayor representatividad ecológicamente fueron: *Cyathea caracasana* con 10,36 % y *Palicourea heterochroma* con 9,78 %. Las especies ecológicamente menos importantes fueron: *Miconia calvescens* con 3,44 %, *Berberis pichinchensis* y *Miconia pusilliflora* con 4,02 % (Figura 13).

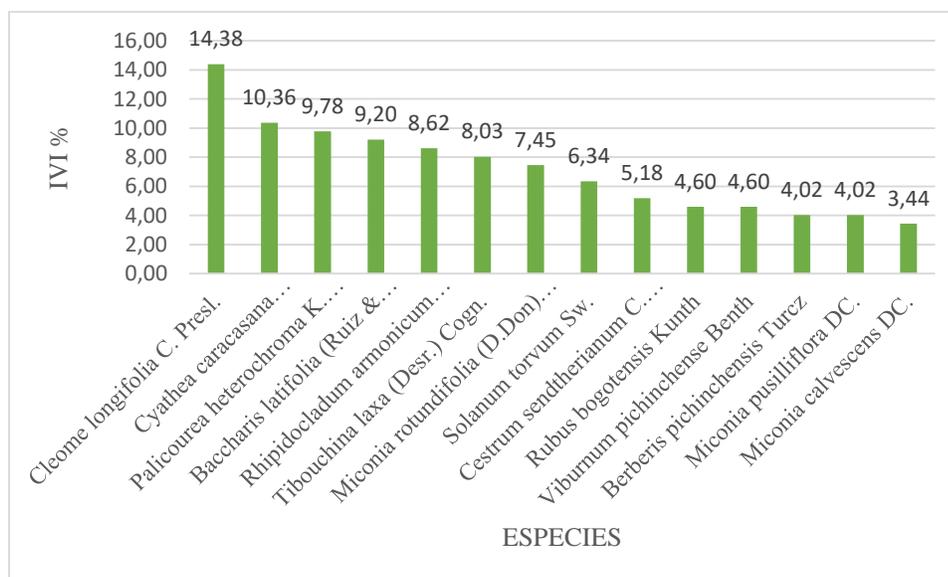


Figura 13. Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato arbustivo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

En la tabla 11 se muestran los parámetros estructurales de todas las especies del estrato arbustivo registradas en el Bosque Siempreverde Montano Alto.

Tabla 11. Parámetros estructurales del estrato arbustivo del Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus

ESPECIE	D (N/ha)	DR (%)	FR (%)
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	266,67	12,70	12,5
<i>Barnadesia parviflora</i> Spruce ex Benth. & Hook. F.	66,67	3,17	6,25
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f	300,00	14,29	6,25
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold.	300,00	14,29	12,5
<i>Dendrophorbium balsapampae</i> (Cuatrec.) B. Nord.	100,00	4,76	6,25
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) AC Sm.	166,67	7,94	6,25
<i>Miconia</i> sp.	200,00	9,52	12,5
<i>Rhipidocladum armonicum</i> (Parodi) McClure.	366,67	17,46	18,75
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	200,00	9,52	12,5
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth.	133,33	6,35	6,25
TOTAL	2100,00	100	100

Rhipidocladum armonicum (Parodi) McClure fue la especie más abundante, con una densidad de 366,67 ind/ha, consecuentemente registró la mayor frecuencia de todas las especies con un 18,75 % y es la más importante ecológicamente con 18,11 %. Las especies menos importantes ecológicamente fueron: *Weinmannia fagaroides* con 6,30 %, *Dendrophorbium balsapampae* con 5,51 % y *Barnadesia parviflora* con 4,71 % (Figura 14).

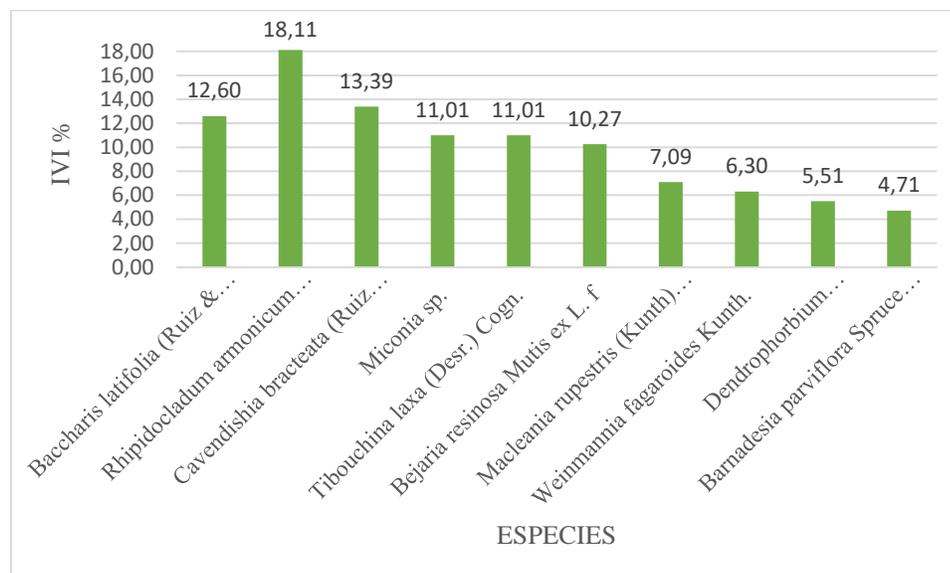


Figura 14. Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato arbustivo del Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus

6.2.3. Parámetros estructurales del estrato herbáceo

En la tabla 12 se muestran los parámetros estructurales de todas las especies del estrato herbáceo registradas en el Bosque de Neblina Montano.

Tabla 12. Parámetros estructurales del estrato herbáceo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

ESPECIE	D (N/ha)	DR (%)	FR (%)
<i>Chusquea scandens</i> Kunth.	3500	15,91	16,67
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley.	2000	9,09	8,33
<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	4000	18,18	16,67
<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. Ex Spreng.	3000	13,64	16,67
<i>Pennisetum Clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	4500	20,45	25,00
<i>Peperomia inaequalifolia</i> Ruiz & Pav	5000	22,73	16,67
TOTAL	22000	100	100

Dentro de este estrato, las especies más abundantes fueron: *Peperomia inaequalifolia* con 22,73 %, *Pennisetum clandestinum* Hochst con 20,45 % y *Columnnea strigosa* con 18,18 %. Las especies con mayor importancia ecológica fueron: *Pennisetum Clandestinum* con 22,73% y *Peperomia inaequalifolia* con 19,70%, mientras que la especie con menos importancia ecológica fue la *Clinopodium taxifolium* con 8,71 % (Figura 15).

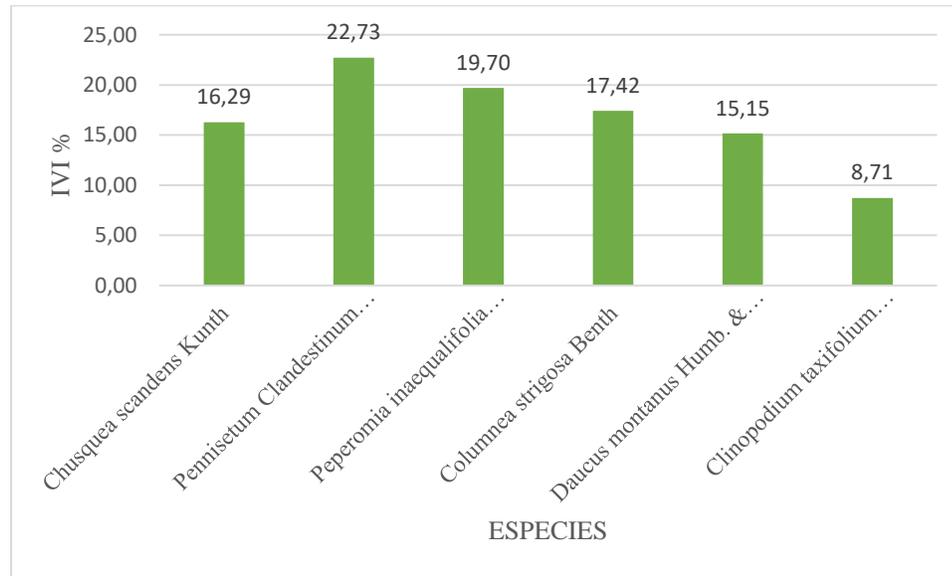


Figura 15. Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

En la tabla 13 se muestran los parámetros estructurales de todas las especies del estrato herbáceo registradas en el Bosque Siempreverde Montano Alto.

Tabla 13. Parámetros estructurales del estrato herbáceo del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

ESPECIE	D (N/ha)	DR (%)	FR (%)
<i>Anthurium</i> sp.	7500	36,59	33,33
<i>Anthurium</i> sp2.	2500	12,20	8,33
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley.	3000	14,63	16,67
<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	2000	9,76	16,67
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.).	2000	9,76	8,33

<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth.	3500	17,07	16,67
TOTAL	20500	100	100

Anthurium sp. fue la especie más abundante, con una densidad de 36,59 %, la más frecuente con 33,33 % y con mayor IVI (34,96 %), por lo que fue la más importante dentro de este estrato. *Salvia scutellarioides* registró la segunda mayor abundancia, con una densidad de 17,07 % y el IVI de 16,87 %. La especie con menor importancia ecológica fue la especie *Pteridium arachnoideum* Kaulf., con 9,04 % (Figura 16).

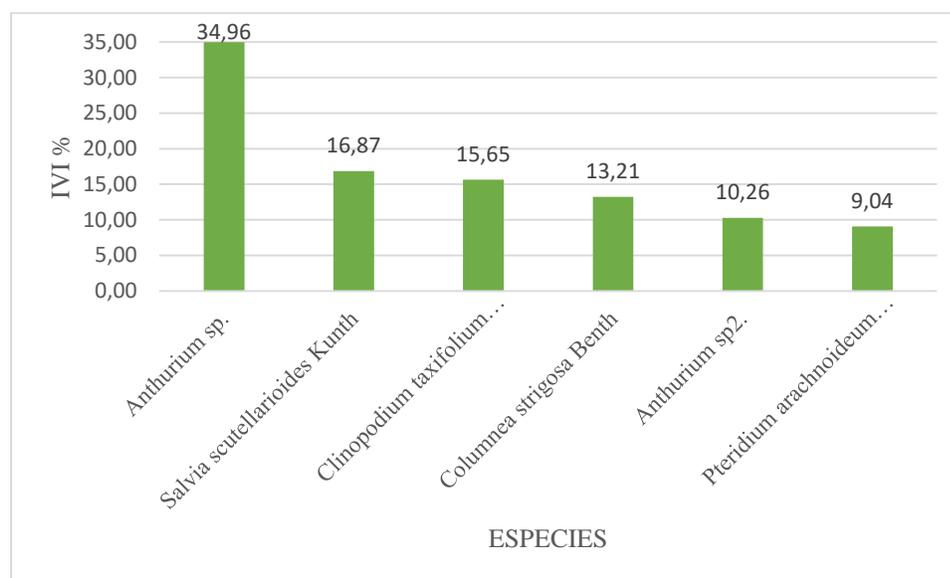


Figura 16. Especies con mayor índice valor de importancia (IVI) del estrato herbáceo del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

6.3. Índices de riqueza, diversidad y equidad de la vegetación presente entre las áreas del Bosque Siempreverde Montano alto y del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

4.3.1. Riqueza específica

De acuerdo al índice de Margalef, la riqueza específica mostró un valor de 2,65 para el estrato arbóreo, 2,92 para el estrato arbustivo y 1,32 para el estrato herbáceo para las especies del Bosque de Neblina Montano.

Del mismo modo, para el Bosque Siempreverde Montano Alto según el índice de Margalef de riqueza específica se tuvo un valor de 3,06 para el estrato arbóreo, 2,17 para el estrato arbustivo y 1,35 para el estrato herbáceo.

4.3.2. Diversidad y equidad

Para el Bosque de Neblina Montano la diversidad según el índice de Simpson para los individuos del estrato arbóreo tuvo un valor de 0,84. Para el estrato arbustivo y para el estrato herbáceo presentó una diversidad de 0,91 y 0,82 respectivamente (Anexo 4).

Del mismo modo para el Bosque Siempreverde Montano Alto, el índice de Simpson para los individuos del componente arbóreo presentó un valor de 0,92, mientras que en el estrato arbustivo y herbáceo se registraron valores de 0,88 y 0,78 respectivamente (Anexo 5).

El índice de diversidad de Shannon-Wiener en el estrato arbóreo del Bosque de Neblina Montano tiene un valor de 2,22, el índice de equidad de Pielou tuvo un valor de 0,82. En el estrato arbustivo presentó una diversidad de 2,53 y equidad de 0,96. Finalmente en el estrato herbáceo mostró un valor de diversidad de 1,75 y un valor de equitatividad de 0,98 (Anexo 6).

Los resultados de los índices de diversidad y equidad de las especies del estrato arbóreo para el Bosque Siempreverde Montano Alto tuvieron un valor de 2,65 y 0,96, respectivamente. Para las especies del estrato arbustivo la diversidad tuvo un valor de 2,20 y la equidad presentó un valor de 0,96. Por último, las especies del estrato herbáceo registraron un valor de 1,66 para diversidad y la equidad tuvo un valor de 0,93 (Anexo 7)

4.3.3. Comparación estadística

En la tabla 20 se resumen los valores de los índices de riqueza, diversidad y equidad de los tres estratos del Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto. Como se puede observar los valores de estos índices con respecto al estrato arbóreo son ligeramente mayores para el Bosque Siempreverde Montano Alto, sin embargo en el Bosque de Neblina Montano se registraron valores mayores en los estratos arbustivo y herbáceo aunque son muy pequeñas las diferencias en sus valores.

Tabla 14. *Resultados de los índices de riqueza, diversidad y equidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo del Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus*

ÍNDICES DE RIQUEZA, DIVERSIDAD Y EQUIDAD

Índices	Estratos	Bosque de Neblina	Bosque Siempreverde Montano Alto
		Montano	
Índice de Margalef	Arbóreo	2,6525	3,0579
	Arbustivo	2,9185	2,1723
	Herbáceo	1,3213	1,3464
Índice de Simpson	Arbóreo	0,8390	0,9219
	Arbustivo	0,9118	0,8808
	Herbáceo	0,8213	0,7817
Índice de Shannon	Arbóreo	2,2190	2,6490
	Arbustivo	2,5249	2,2013
	Herbáceo	1,7534	1,6616
Índice de Pielou	Arbóreo	0,8194	0,9554
	Arbustivo	0,9567	0,9560
	Herbáceo	0,9786	0,9274

Los valores de cada índice por estrato en los 4 transectos muestreados en el Bosque de Neblina Montano (BNM) y el Bosque Siempreverde Montano Alto (BSMA) se muestran en la tabla 21. Con estos datos se verificó los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas para posteriormente aplicar la prueba paramétrica T de Student.

Tabla 15. Resultados de los índices de riqueza, diversidad y equidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en los 4 transectos muestreados en Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

Estrato Arbóreo					
Ecosistema	Transecto	I. Margalef	I. Simpson	I. Shannon	I. Pielou
BNM	1	2,06	0,74	1,72	0,78
BNM	2	2,08	0,82	1,94	0,89
BNM	3	2,49	0,84	1,57	0,66
BNM	4	2,64	0,86	1,62	0,68

BSMA	1	2,31	0,85	2,04	0,93
BSMA	2	2,47	0,88	2,23	0,97
BSMA	3	3,97	0,92	2,58	0,95
BSMA	4	2,89	0,9	2,32	0,97

Estrato Arbustivo

Ecosistema	Transecto	I. Margalef	I. Simpson	I. Shannon	I. Pielou
BNM	1	1,08	0,7	1,28	0,93
BNM	2	1,6	0,83	1,78	0,99
BNM	3	1,51	0,83	1,77	0,99
BNM	4	1,67	0,82	1,74	0,97
BSMA	1	1,11	0,74	1,36	0,98
BSMA	2	1,06	0,71	1,32	0,95
BSMA	3	1,08	0,66	1,15	0,83
BSMA	4	1,11	0,8	1,31	0,95

Estrato Herbáceo

Ecosistema	Transecto	I. Margalef	I. Simpson	I. Shannon	I. Pielou
BNM	1	0,46	0,49	0,69	0,99
BNM	2	0,83	0,63	1,04	0,94
BNM	3	0,83	0,65	1,07	0,97
BNM	4	0,17	0,73	1,35	0,98
BSMA	1	0,91	0,64	1,06	0,97
BSMA	2	0,81	0,65	1,08	0,98
BSMA	3	0,83	0,66	1,09	0,99
BSMA	4	0,91	0,64	1,06	0,97

Según la prueba de Shapiro-Wilks tanto la riqueza específica como las diversidades de Simpson y Shannon y la equidad de Pielou del estrato arbóreo de los bosques de estudio siguen una distribución normal. Igualmente se observó para el estrato arbustivo, a excepción del índice de Shannon, por lo que para comparar los valores de este índice en el estrato arbustivo entre los dos ecosistemas se usó la prueba no paramétrica U de Mann Whitney. En el estrato herbáceo todos los índices mostraron distribución normal (Anexo 8).

En relación a la homogeneidad de varianzas, en el estrato arbóreo, las varianzas de los índices de Margalef, Simpson y Shannon son homogéneas en los dos bosques de estudio, excepto para el caso del índice de Pielou. Para el caso del estrato arbustivo la homocedasticidad se cumplió en todos los índices, mientras que para el estrato herbáceo se cumplió en todos excepto en el índice de Margalef. Por tanto, se usó la prueba no paramétrica U de Man Whitney para la comparación del índice de Pielou entre los estratos arbóreos y el de Margalef entre los estratos herbáceos de los dos ecosistemas (Anexo 9).

En la tabla 16 se presentan los resultados de la prueba paramétrica T de Student donde se compararon los índices de riqueza, diversidad y equidad para cada estrato en los casos que si cumplieron con una distribución normal y el supuesto de homoscedasticidad, y en la tabla 17 se muestran los resultados de la prueba no paramétrica U de Mann Whitney en los índices que no cumplieron con los supuestos. Se observa que en el estrato arbóreo no hubo diferencias significativas en los índices de Margalef y Simpson pero sí en los índices de Shannon y Pielou. Por otra parte, ni en el estrato arbustivo ni en el estrato herbáceo se observaron diferencias significativas en ningún índice. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula en el estrato arbustivo y herbáceo, es decir, la riqueza, diversidad y equidad son similares en el Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus, mientras que en el estrato arbóreo se acepta hipótesis nula en los índices de riqueza y diversidad de Simpson pero en los índices de diversidad de Shannon y equidad se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 16. Comparación estadística de la riqueza y diversidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo del Bosque de Neblina Montano (BNM) y del Bosque Siempreverde Montano Alto (BSMA) de la reserva privada Madrigal del Podocarpus mediante la prueba T de Student

Estrato Arbóreo					
Variable	Ecosistema	N	Media	T	p-valor
Índice de Margalef	BNM	4	2,32	-1,48	0,1904

	BSMA	4	2,91		
Índice de Simpson	BNM	4	0,82	-2,40	0,0535
	BSMA	4	0,89		
Índice de Shannon	BNM	4	1,71	-4,17	0,0059
	BSMA	4	2,29		
Estrato Arbustivo					
Variable	Ecosistema	N	Media	T	p-valor
Índice de Margalef	BNM	4	1,47	2,82	0,0668
	BSMA	4	1,09		
Índice de Simpson	BNM	4	0,80	1,56	0,1690
	BSMA	4	0,73		
Índice de Pielou	BNM	4	0,97	1,18	0,2842
	BSMA	4	0,93		
Estrato Herbáceo					
Variable	Ecosistema	N	Media	T	p-valor
Índice de Simpson	BNM	4	0,63	-0,45	0,6841
	BSMA	4	0,65		
Índice de Shannon	BNM	4	1,04	-0,26	0,8128
	BSMA	4	1,07		
Índice de Pielou	BNM	4	0,97	-0,63	0,5490
	BSMA	4	0,98		

Tabla 17. Comparación estadística de la equidad, diversidad y riqueza del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo del Bosque de Neblina Montano (BNM) y del Bosque Siempreverde Montano Alto (BSMA) de la reserva privada Madrigal del Podocarpus mediante la prueba U de Mann Whitney

Estrato Arbóreo				
Variable	Ecosistema	N	Media	p
Índice de Pielou	BNM	4	0,75	0,0286

BSMA 4 0,96

Estrato Arbustivo

Variable	Ecosistema	N	Media	p
Índice de Shannon	BNM	4	1,64	0,2000
	BSMA	4	1,29	

Estrato Herbáceo

Variable	Ecosistema	N	Media	p
Índice de Margalef	BNM	4	0,57	0,1714
	BSMA	4	0,87	

7. Discusión

7.1. Composición Florística

La composición florística del Bosque de Neblina Montano en la reserva privada Madrigal del Podocarpus fue disímil a la reportada en el estudio de Castillo (2021) en el sector Imbana, Zamora Chinchipe quien registró 94 especies arbóreas, de 53 géneros y 35 familias, y a la investigación de Aguirre et al. (2016) en una parcela permanente en la reserva de Tapichalaca, Zamora Chinchipe, en la cual se reportaron 86 especies, de 55 géneros y 30 familias. Cabe destacar que estas investigaciones se efectuaron en sitios sin grandes perturbaciones naturales o antrópicas. Por el contrario, el lugar de estudio sufrió un incendio forestal en 2016, el cual modificó su composición florística tal y como señala el estudio de Jiménez (2017) realizado en la misma reserva, pero en transectos diferentes, donde registró un total de 10 especies y 9 familias en el grado perturbado mientras que en el grado no perturbado registró 43 especies y 26 familias. Fernández et al. (2010) señalan que el efecto de los incendios en la vegetación se concentra en su composición y estructura, creando condiciones para el reemplazo de especies nativas por otras exóticas y alterando los patrones sucesionales. A este respecto, el Bosque de Neblina Montano de la reserva Madrigal del Podocarpus presenta gran dominancia de la especie pionera *Alnus Acuminata*, la cual ha limitado la recuperación de este ecosistema y por ende ha dado lugar a una baja riqueza específica.

La riqueza de especies del estrato arbóreo a escala de familias del Bosque de Neblina Montano en la reserva privada Madrigal del Podocarpus concuerdan con los registrados por Jiménez (2017), quien encontró que las familias Melastomataceae, Rubiaceae, Lauracea, Araliaceae y Myrtaceae fueron las más diversas; los estudios de Aguirre et al. (2017), Maldonado (2016) y Castillo (2021) reportan a las familias Melastomataceae, Lauraceae, Clusiaceae y Rubiaceae como las más diversas en este tipo de ecosistema.

De acuerdo al MAE (2013) las familias con mayor representatividad en este ecosistema son: Melastomataceae, Asteraceae, Lauraceae, Clusiaceae, Primulaceae, Chloranthaceae, Piperaceae, Proteaceae, el presente estudio corrobora esta información pues la diversidad florística se encuentra representada por estas familias.

Del mismo modo, en el Bosque Siempreverde Montano Alto la riqueza de especies es un poco inferior a las reportadas en las investigaciones llevadas a cabo por Aguirre et al. (2016) en parcelas permanentes de 1 hectárea en Saraguro y el Parque Universitario Francisco Vivar, en las cuales se registraron 54 y 45 especies, respectivamente. El estudio de Caranqui & Ortíz (2021) realizado en el bosque montano de Baquerizo Moreno, Tungurahua, mostró resultados similares a pesar de que se realizaron en lugares distintos, con un registro total de 249 individuos pertenecientes a 33 especies, pero al comparar con el estudio de Vistín & Espinoza (2021) en el Parque Nacional Sangay-Ecuador, los resultados son altos ya que ellos contabilizaron 18 especies arbóreas, distribuidas en 15 géneros y 15 familias.

Las familias más diversas del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus armonizan con los resultados de Castillo (2021) quien reportó a las familias Melastomataceae, Lauraceae, Clusiaceae y Rubiaceae como las más diversas y solo coincide en una familia con el estudio de Caranqui & Ortíz (2021), ya que en este se reportaron como más diversas a las familias Melastomataceae, Asteraceae y Ericaceae. El MAE (2013) indica que las especies arbóreas representativas de este ecosistema pertenecen a los géneros *Ilex*, *Oreopanax*, *Schefflera*, *Maytenus*, *Hedyosmum*, *Clethra*, *Clusia*, *Weinmannia*, *Gaiadendron*, *Myrsine*, *Ardisia*, *Symplocos*, *Gordonia*, *Ternstroemia*, *Drymis*, *Saurauia*, *Desfontainia*, *Myrcia*, *Myrcianthes*, *Podocarpus*, *Prumnopitys*, *Turpinia*, *Freziera* y varios géneros de Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae (MAE, 2013), la información de la presente investigación con respecto a la diversidad arbórea muestra similar composición florística.

La riqueza de especies encontrada en el Bosque Siempreverde Montano Alto fue menor a la registrada en el Bosque de Neblina Montano dentro de la reserva privada Madrigal del Podocarpus, lo cual confirma el gradiente de disminución de especies respecto al aumento en la altitud (Gentry, 1995) por los cambios en su topografía, la cual es accidentada, con pendientes muy pronunciadas, distribuidos en franjas que limitan con el páramo y que en ocasiones crecen a manera de islas (MAE, 2013).

7.2. Parámetros estructurales

Las especies arbóreas ecológicamente más importantes del Bosque de Neblina Montano registradas en el presente estudio no concuerdan con las obtenidos por Castillo (2021) en el sector de Imbana, Zamora Chinchipe, quien reportó a las especies *Graffenrieda emarginata*, *Alchornea*

lojaensis, *Cyathea* sp y *Drimys granadensis*. Por otra parte, los datos tienen mayor similitud con el estudio de Jiménez (2017) realizado en el mismo lugar, pero en transectos diferentes, con respecto a la especie *Alnus acuminata*. La importancia ecológica que mostró la especie *Alnus acuminata* se debe a que es una especie pionera dominante (Jiménez, 2017), además su regeneración es mayor en áreas con pendientes fuertes y que presenten niveles altos de pluviosidad y nubosidad (Alvear et al., 2010), características que existen en el Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus. La dominancia en términos de IVI que registró la especie *Alnus acuminata* en el presente estudio representa un posible indicador de que el Bosque de Neblina Montano sigue en las primeras fases de sucesión, debido a que no muestra un equilibrio con especies avanzadas de árboles tolerables a la sombra (Chazdon, 2014; Olascuaga-Vargas et al., 2016).

La especie arbustiva *Cyathea caracasana* coincidió en el estudio de Aguirre et al. (2016) realizado en parcelas permanentes en Saraguro y el Parque Universitario Francisco Vivar entre las especies arbustivas más importantes ecológicamente, esta especie se ha usado para la regeneración de bosques montanos secundarios debido a que es una especie nativa y pionera (MAE & FAO, 2015). Otra especie arbustiva de interés fue *Cleome longifolia*, la cual es nativa del país y sus flores atraen a mariposas, colibríes y murciélagos (MAE & FAO, 2015), siendo trascendente para la conservación de plantas y animales de este ecosistema.

Las especies del estrato herbáceo *Pennisetum clandestinum* y *Peperomia inaequalifolia* del Bosque de Neblina Montano presentaron valores altos de IVI debido a su alta densidad, dominancia y frecuencia. La especie *Pennisetum clandestinum* es una especie invasora (Salazar, 2016) que se ha propagado con facilidad en este ecosistema probablemente por la cercanía de zonas ganaderas en la parte baja de la reserva y por las condiciones favorables de humedad en las que se establece (CABI, 2015) y que existen en el Bosque de Neblina Montano. Por su parte, la especie *Peperomia inaequalifolia* es una especie nativa de Ecuador y que se cultiva por sus propiedades medicinales, analgésica, antiparasitaria y cardíaca (Cerón, 2006; De la Torre et al., 2008), por tanto, es una especie de la que se podría realizar un beneficio comercial sostenible.

En el Bosque Siempreverde Montano Alto, las especies arbóreas ecológicamente más importantes guardan cierta similaridad con lo indicado por Vistín & Espinoza (2021), que aunque reportaron a las especies *Miconia latifolia* y *Weinmannia mariquitae* como las más importantes, las especies de los dos estudios pertenecen a los mismos géneros y familias. En Colombia reportan

a las especies *Weinmannia pubescens* y *Diplostegium tolimense* como las más importantes ecológicamente en ecosistemas similares, guardando cierta relación en familias (Alvear et al., 2010). En Perú, el estudio de Burga-Cieza et al. (2021) documenta a la especie *Weinmannia elliptica* como una de las más importantes ecológicamente, además determinó que esta especie podría usarse en rehabilitación de áreas degradadas por su gran capacidad de regeneración. *Weinmannia elliptica* también fue la más importante ecológicamente en el estudio de Feijo & González (2010) en el Bosque Montano Nublado en Cajanuma, donde se concluyó que esta especie controla los flujos de energía y nutrientes dentro de este ecosistema. Otra especie destacada en su IVI fue *Myrcianthes hallii*, la cual es nativa de Ecuador, su presencia resulta beneficiosa para este ecosistema ya que es una especie de sucesión tardía cuyos frutos sirven de alimento para aves (MAE & FAO, 2015), y además ofrece protección a las plantas de la radiación y las variaciones de temperatura (Suárez, 2008).

Las especies arbustivas *Rhipidocladum armonicum*, *Cavendishia bracteata* y *Baccharis latifolia* destacaron en el IVI por sus altos valores en densidad, dominancia y frecuencia. El desarrollo de la especie *Rhipidocladum armonicum* podría deberse a factores antrópicos que existieron años anteriores, ya que la misma se establece con éxito en áreas alteradas (MAE, 2013). La especie *Cavendishia bracteata* presenta un amplio rango de tolerancia ecológica y cumple un papel fundamental en los bosques andinos, en particular en los procesos de polinización y dispersión de semillas (Aguilar & Bibiana, 2010). La especie *Baccharis latifolia* es común de bosques de crecimiento secundario (MAE, 2013), sin embargo, su presencia en el Bosque Siempreverde Montano Alto, el cual no ha sufrido perturbaciones significativas, no resulta contradictorio, porque esta especie tiene gran adaptabilidad ecológica, cuyo crecimiento y desarrollo se da en un rango altitudinal desde los 1 600 hasta los 3 800 m.s.n.m. (Enríquez et al., 2018; Loja et al., 2017; Prada et al., 2016).

En relación con el estrato herbáceo, *Anthurium* sp y *Salvia scutellarioides* fueron las especies más importantes dentro de dicho estrato. En particular, la especie *Salvia scutellarioides* concuerda con lo esperado para este bosque según la literatura, ya que es una especie que se desarrolla en un rango altitudinal de 1 000 a 3 000 m.s.n.m en los bosques andinos del sur del país (Jørgensen & León-Yáñez, 1999).

7.3.Riqueza, diversidad y equidad

Según el rango de cualificación del índice de Margalef (1951) la riqueza específica en el Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto en los estratos arbóreo y arbustivo reflejan una riqueza media de especies mientras que en el estrato herbáceo muestran una baja riqueza.

Según el índice de Simpson el Bosque de Neblina Montano en sus tres estratos reflejó una alta diversidad en base al rango de significancia de Aguirre & Yaguana (2012). Estos resultados son corroborados por Jiménez (2017) en su estudio realizado en la misma zona de estudio pero en parcelas diferentes, quien determinó un valor de 0,96, lo que manifiesta la importancia del Bosque de Neblina Montano ubicado en la reserva Madrigal de Podocarpus para la conservación de la diversidad de flora en la región Sur del Ecuador.

El índice de diversidad de Shannon registrado en este ecosistema indican una diversidad media en sus tres estratos (Aguirre & Yaguana, 2012). Estos datos difieren con los resultados presentados por Castillo (2021) en el Bosque Montano de Imbana, Zamora Chinchipe donde se registró una diversidad alta con este índice (3,96). A pesar de que son los mismos tipos de bosque esta pequeña diferencia en diversidad se debe a que el Bosque de Neblina Montano ubicado en la reserva Madrigal del Podocarpus se encuentra en un proceso de recuperación tras el incendio ocurrido en la parte baja de este bosque en Noviembre de 2016 (Baker, 2017).

La diversidad según el índice de Simpson en el Bosque Siempreverde Montano Alto reflejan que no existe dominancia de una sola especie sino más bien que hay alta diversidad debido a que presentaron valores mayores a 0,71 (Aguirre & Yaguana, 2012), estos resultados coinciden con los reportados por Caranqui & Ortíz (2021) en el bosque montano de Baquerizo Moreno, Tungurahua, donde registraron una alta diversidad de 0,95 según el índice de Simpson.

La diversidad según el índice de Shannon para este ecosistema mostraron una diversidad media en sus tres estratos (Aguirre & Yaguana, 2012). Estos datos son corroborados por Feijo & González (2010) en su estudio en el Bosque Montano Nublado en Cajanuma y San Francisco, donde determinaron una diversidad media en el índice de Shannon, mientras que difiere en parte con el estudio de Cuvi & Caranqui (2010) quienes reportaron en el bosque montano alto Llucud, Chimborazo, diversidad media y baja según el índice de Shannon pero alta según el índice de Simpson.

Los niveles relativos de diversidad son diferentes en función al tipo de índice usado, ya que según el índice de Simpson los dos bosques de estudio presentan una diversidad alta pero según los índices de Shannon y Margalef la diversidad es media en las dos áreas. Esto podría deberse a que el índice de Simpson es menos susceptible a la riqueza y más sensible a la uniformidad que el índice de Shannon, el cual da más peso a la uniformidad (Javaid & Ashok, 2013), mientras que el índice de Margalef da peso al número de especies sin considerar la uniformidad (Hubalek, 2000; Margalef, 1958).

La equidad estimada por el índice de Pielou en los dos bosques de estudio dio valores cercanos a 1, lo cual, según Moreno (2001), corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. El índice de Pielou nos ayuda a entender mejor los datos del índice de Shannon ya que es una medida de homogeneidad de la muestra (Pielou, 1969), por tanto, aunque el índice de Shannon muestra una diversidad media, el índice de Pielou nos indica que las especies están mejor repartidas, lo cual es muy importante para el estudio de la diversidad en los dos bosques de estudio.

La riqueza, diversidad y equidad para el estrato arbóreo es superior en el Bosque Siempreverde Montano Alto mientras que en los estratos arbustivo y herbáceo es mayor en el Bosque de Neblina Montano. La comparación estadística tuvo diferencias significativas en el estrato arbóreo con respecto a la diversidad de Shannon y equidad de Pielou, debido a que la media en el Bosque Siempreverde Montano Alto fue superior a la registrada en el Bosque de Neblina Montano en estos dos índices.

Estos resultados muestran ciertas variaciones en la riqueza y diversidad con otros estudios de ecosistemas similares del país (Castillo, 2021; Cuvi & Caranqui, 2010; Feijo & González, 2010). Las diferencias en la diversidad que existen en los Bosques Montanos Andinos del Ecuador se podrían explicar por lo mencionado por Cabrera et al. (2019) en su investigación, donde señalaron que la elevación de los Andes produjo la aparición de ecosistemas muy heterogéneos y con complejos patrones de distribución de diversidad.

8. Conclusiones

- La composición florística del Bosque de Neblina Montano fue de 35 especies dentro de 23 familias; siendo 15 especies del estrato arbóreo con 196 individuos mayores o iguales a 10 de DAP, 14 especies del estrato arbustivo con 22 individuos y 6 especies del estrato herbáceo con 12 individuos. En cambio, la diversidad florística en el Bosque Siempreverde Montano Alto fue de 32 especies pertenecientes a 20 familias; distribuidas en 16 especies de árboles con 135 individuos mayores o iguales a 10 de DAP, 10 especies arbustivas con 16 individuos y 6 especies de hierbas con 12 individuos.
- Las familias más diversas del Bosque de Neblina Montano fueron Araliaceae, Clusiaceae, Lauracea y Myrtaceae en el estrato arbóreo; en el estrato arbustivo fueron Melastomataceae y Solanaceae, y en el estrato herbáceo fue la familia Poaceae. Del mismo modo, las familias más diversas del Bosque Siempreverde Montano Alto en el estrato arbóreo fueron Clusiaceae y Melastomataceae, en el estrato arbustivo fueron Asteraceae y Ericaceae, y en el estrato herbáceo fueron Lamiaceae y Araceae.
- Las especies ecológicamente más importantes del Bosque de Neblina Montano fueron *Alnus acuminata*, *Schefflera acuminata* y *Clusia elliptica* del estrato arbóreo; en el estrato arbustivo fueron *Cleome longifolia*, *Cyathea caracasana* y *Palicourea heterochroma*; y en el estrato herbáceo fueron *Pennisetum Clandestinum* y *Peperomia inaequalifolia*. Las especies ecológicamente más importantes del Bosque Siempreverde Montano Alto fueron *Myrcianthes hallii*, *Schefflera acuminata*, *Miconia asperrima*, *Clusia elliptica* y *Weinmannia elliptica* del estrato arbóreo; en el estrato arbustivo fueron *Rhipidocladum armonicum*, *Cavendishia bracteata* y *Baccharis latifolia*, y las especies *Anthurium* sp y *Salvia scutellarioides* del estrato herbáceo.
- El índice de Margalef mostró una riqueza media de especies en los estratos arbóreo y arbustivo, pero baja en el estrato herbáceo. La diversidad fue alta según el índice de Simpson mientras que con Shannon resultó media. La equidad de Pielou mostró homogeneidad en la distribución de la diversidad. La prueba T de Student indicó que la

riqueza, diversidad y equidad son similares en el Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto, de la reserva privada Madrigal del Podocarpus.

9. Recomendaciones

- Efectuar investigaciones complementarias para conocer el tipo de regeneración natural de este tipo de ecosistemas, con el fin de determinar la reposición de especies a través del tiempo.
- Realizar estudios sobre la incidencia que tiene la fauna sobre el desarrollo del bosque, para conocer el grado de contribución en la conservación de estos ecosistemas.
- Es importante estudiar la composición florística teniendo en cuenta el gradiente altitudinal, ya que existe variabilidad florística dentro de este tipo de ecosistemas.
- Los resultados de la presente investigación revelan la necesidad de estudiar más este tipo de ecosistemas que se encuentran a altitudes superiores a 2200 m, y sus características ecológicas como lo son su composición florística, parámetros estructurales y patrones de diversidad para garantizar su conservación.

10. Referencias

- Aguirre, Z. (2014). *SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS DEL ECUADOR*.
- Aguirre, Z. (2019). *Guía de Métodos para medir la biodiversidad*.
- Aguirre, Z., & Aguirre, N. (1999). *Guía Práctica para Realizar Estudios de Comunidades Vegetales. Departamento de Botánica y Ecología*.
- Aguirre, Z., Aguirre, N., & Quizhpe, W. (2016). Red de parcelas permanentes en el sur del Ecuador, herramienta para el monitoreo de la dinámica de flora y vegetación. *Bosques Latitud Cero*, 6(2), 142–159.
- Aguirre, Z., Reyes, B., Quizhpe, W., & 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.
- Aguirre, Z., & Yaguana, C. (2012). *Documento guía de métodos para la medición de la biodiversidad*.
- Baker, S. (2017). *Investigation de regeneración natural de plantas vasculares en la Reserva Madrigal del Podocarpus / Investigation of natural regeneration of vascular plants in the Madrigal Reserve of the Podocarpus*.
- Bogner, F., Bendix, J., & Beck, E. (2019). *El Bosque Tropical de Montaña Hotspot de Biodiversidad*. <https://www.bosquesandinos.org/el-bosque-tropical-de-montana-hotspot-de-biodiversidad/>
- Bubb, P., May, I., Miles, L., & Sayer, J. (2004). *Cloud forest Agenda*.
- Cabrera, O., Benítez, Á., Cumbicus, N., Naranjo, C., Ramón, P., Tinitana, F., & Escudero, A. (2019). Geomorphology and Altitude Effects on the Diversity and Structure of the Vanishing Montane Forest of Southern Ecuador. *Diversity*, 11, 2–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/d11030032>
- Caranqui, J., & Ortíz, M. (2021). *Diversidad y Composición Florística en la Vegetación Análoga de Indiviso, Baquerizo Moreno, Tungurahua*. <https://doi.org/10.18502/epoch.v1i4.9503>
- Castillo, D., Carrasco, J., Quevedo, L., Ricauerte, C., Gavilanes, A., & Borz, S. (2017). Diversity, composition and structure of Andean high forest in Ecuador, South America. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov. Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering.*,

10(2), 1–16.

- Castillo, E. (2021). *Evaluación ecológica rápida de la vegetación arbórea del bosque siempreverde montano del sur de la Cordillera Oriental de los Andes, sector Imbana, Zamora Chinchipe*. Universidad Nacional de Loja.
- Cerón, C. (2003). *Manual de Botánica, Sistemática, Etnobotánica y Métodos de Estudio en el Ecuador*.
- Comer, P., Faber-Langendoen, R., Evans, S., Gawler, C., Josse, G., Kittel, S., Menard, M., Pyne, M., Reid, K., Schulz, K., Snow, K., & Teague, J. (2003). Ecological systems of the United States: a working classification of US terrestrial systems. In *NatureServe*.
- Cuesta, F., Peralvo, M., & Valarezo, N. (2009). *Los bosques montanos de los Andes Tropicales*.
- Cuvi, M., & Caranqui, J. (2010). *ESTUDIO DE LA DIVERSIDAD FLORÍSTICA A DIFERENTE GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL BOSQUE MONTANO ALTO LLUCUD, CANTÓN CHAMBO, PROVINCIA DE CHIMBORAZO*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Doyle, T. (1981). The role of disturbance in the gap dynamics of a montane rainforest: an application of a succession model of tropical forest. In West DC, Shugart HH, Botkin DB (eds) *Forest succession: concepts and application*. Springer-Verlag, 56–73.
- FAO. (2010). *La gestión de los bosques ante el cambio climático. Strategic Framework for Forests and Climate Change*. <https://www.fao.org/3/i1960s/i1960s00.pdf>
- FAO. (2011). *Los bosques de montaña las raíces de nuestro futuro*. http://www.fao.org/fileadmin/templates/mountain-day/images/SPANISH_brochure_2011.pdf
- FAO. (2015). *Global Forest Resources Assessment, Desk Reference. Food and Agriculture Organization of the United Nations*.
- FAO. (2020). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020 – Principales resultados*. <https://doi.org/https://doi.org/10.4060/ca8753es>
- Feijo, G. Y., & González, D. P. (2010). *INFLUENCIA DE LA ADICIÓN DE NUTRIENTES EN EL CRECIMIENTO DIAMÉTRICO DEL BOSQUE NUBLADO, EN DOS RANGOS ALTITUDINALES, EN EL SUR DEL ECUADOR*.
- Fernández, I., Morales, N., Olivares, L., Salvatierra, J., Gómez, M., & Montenegro, G. (2010). *Restauración ecológica para ecosistemas nativos afectados por incendios forestales*. (L. O. Dávila & I. F. Chicharro (eds.)).
- García, D. (2014). *COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA DEL BOSQUE DE NEBLINA*

MONTANO, DEL SECTOR “SAN ANTONIO DE LA MONTAÑA”, CANTÓN BAÑOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO.

Herzog, S., Martinez, R., Jorgensen, P., & Holm, T. (2012). *Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales*.

Hubalek, Z. (2000). Measures of species diversity in ecology: an evaluation. *Folia Zool*, 4, 241–260.

Javaid, A., & Ashok, K. (2013). Application of diversity indices to crustacean community of Wular Lake, Kashmir Himalaya. *International Journal of Biodiversity and Conservation*, 5(6), 311–316.

Jiménez, D. (2017). *Generación de indicadores florísticos para el monitoreo de la restauración ecológica en áreas degradadas del bosque siempre verde montano de la cordillera oriental de los Andes del Sur*. Universidad Nacional de Loja.

Lema, J., Porras, A., Guerrero, M., & Chaluisa, M. (2021). Estructura y composición florística en el bosque siempreverde montano de la Cordillera Occidental de los Andes en el sector La Esperanza, parroquia El Tingo, cantón Pujilí provincia de Cotopaxi a los 2000 msnm. *Dominio de Las Ciencias.*, 7(3), 398–418.

López, A. (2014). *Composición florística y estructura de un bosque montano alto en Patichubamba, provincia de Pichincha, Ecuador*. Universidad San Francisco De Quito. Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales.

López, L., Becoche, J., Macías, D., Ruiz, K., Velasco, A., & Pineda, S. (2015). ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE LA RESERVA FORESTAL - INSTITUCIÓN ED. *Luna Azul*, 41, 131–151.

Lozano, P. (2002). *Los tipos de bosque en el sur de Ecuador. En Botánica Austro ecuatoriana, Estudios sobre los recursos Sistema de Clasificación 226 vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe*.

MAE. (2013). *Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental*.

MAE. (2015). *Especies forestales leñosas arbóreas y arbustivas de los bosques montanos del Ecuador*.

MAE. (2017). *Deforestación del Ecuador Continental periodo 2014-2016*.

Maldonado, S. (2016). *Estructura y Composición Florística del Bosque Siempreverde Montano*

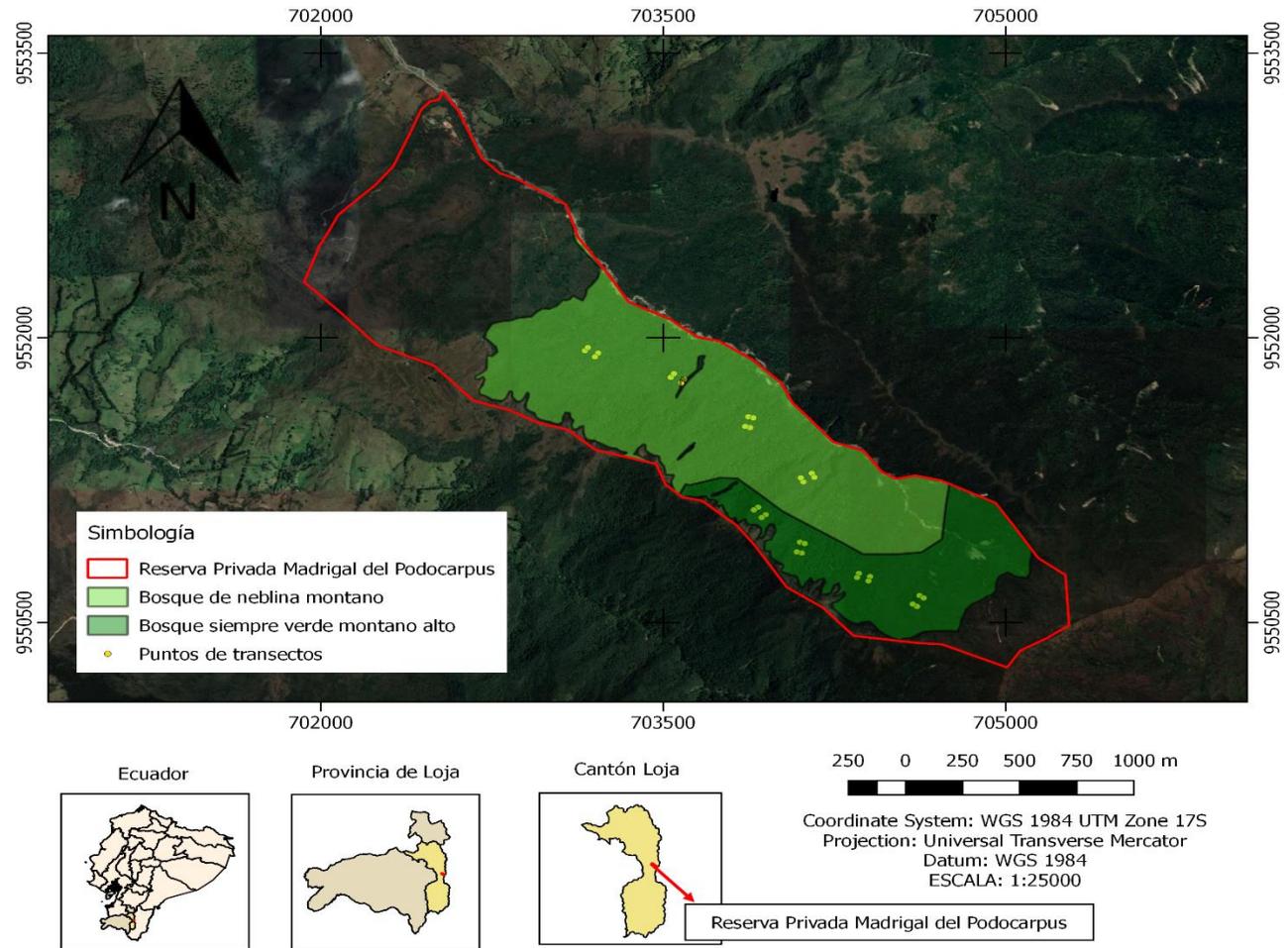
- Bajo de la Microcuenca El Suhi, Palanda, Zamora Chinchipe-Ecuador*. Universidad Nacional de Loja.
- Margalef, R. (1951). Diversidad de especies en las comunidades naturales. In *Instituto Biología Aplicada*.
- Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. *Gen Syst*, 3, 36–71.
- Margalef, R. (1969). El ecosistema pelágico del Mar Caribe. *Memoria de La Sociedad de Ciencias Naturales La Salle.*, 29, 5–36.
- Margalef, R. (1995). Aplicaciones del caos determinista en ecología. *Ecología*.
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. .
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). *Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal*.
- Nasa. (2016, November 22). *Fires Still Heating Up Ecuador and Peru*.
- Oviedo, P. (2015). Composición y estructura forestal de la Reserva Absoluta de Cabo Blanco y remanentes de bosque del sector de Cabuya, Puntarenas, Costa Rica. *Repertorio Científico*, 18(2), 95–102.
- Piedra, G. (2015). *Patrones de diversidad de hormigas en el bosque nublado de la Reserva Arcoíris y la Reserva El Madrigal Ecuador*. Universidad Nacional de Loja.
- Pielou, E. (1969). An introduction to mathematical ecology. *Wiley-Interscience*, 286.
- Salazar, A. (2016). *DETERMINACIÓN DEL CAMBIO DE LA DISTRIBUCIÓN ALTITUDINAL DEL KIKUYO (PENNISETUM CLANDESTINUM L), COMO POSIBLE INDICADOR BIOLÓGICO DEL CAMBIO CLIMÁTICO*.
- Schulze, K., Knights, K., Coad, L., Geldmann, J., Leverington, F., Eassom, A., Marr, M., Butchart, S. H., Hockings, M., & Burgess, N. D. (2018). An assessment of threats to terrestrial protected areas. *Conservation Letters*, 11(3), e12435. <https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/conl.12435>
- Suárez, D. (2008). Formación de un corredor de hábitat de un bosque montano alto en un mosaico de páramo en el norte del Ecuador. *Ecología Aplicada*, 7(1 y 2), 9–17.
- Tayupanta, N., Caranqui, J., Espinoza, V., & Pallo, E. (2020). Composición y Estructura de un bosque de neblina montano en Chillanes, Bolívar, Ecuador. *Dominio de Las Ciencias.*, 6(3), 455–466.
- Vistín, D., & Espinoza, D. (2021). Estructura y Diversidad de Especies Arbóreas del Bosque

Siempreverde Montano Alto del Parque Nacional Sangay-Ecuador. *Dominio de Las Ciencias*, 7(6), 1406–1430.

Webster, G. (1995). *The Panorama of Neotropical Cloud Forests. Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests.*

11. Anexos

Anexo 1. Mapa de ubicación de los transectos en los ecosistemas de estudio de la reserva Privada Madrigal del Podocarpus



Anexo 2. Inventario General del Bosque de Neblina Montano de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

Estrato Arbóreo							
N°	Nombre común	Nombre Científico	Familia	CAP(cm)	DAP(cm)	Área basal	Transecto
1	Aguacatillo	<i>Persea ferruginea</i> Kunth.	Lauracea	45.2	14.3875732	0.01625796	1
2	Aguacatillo	<i>Persea ferruginea</i> Kunth.	Lauracea	61.7	19.6396741	0.0302942	1
3	Aguacatillo	<i>Persea ferruginea</i> Kunth.	Lauracea	69.8	22.2179781	0.03877037	1
4	Aguacatillo	<i>Persea ferruginea</i> Kunth.	Lauracea	71.5	22.7591036	0.0406819	1
5	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	41.1	13.0825057	0.01344227	1
6	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	75.8	24.127833	0.04572224	1
7	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	46.5	14.8013751	0.0172066	1
8	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	50.6	16.1064426	0.02037465	1
9	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	39.7	12.6368729	0.0125421	1
10	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	72.4	23.0455819	0.0417125	1
11	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	72.3	23.013751	0.04159735	1
12	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	126.5	40.2661064	0.12734156	1
13	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	36.5	11.6182837	0.01060168	1
14	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	65.3	20.785587	0.03393247	1
15	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	101.2	32.2128852	0.0814986	1

16	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	37.1	11.8092692	0.0109531	1
17	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	39.5	12.5732111	0.01241605	1
18	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	45.1	14.3557423	0.0161861	1
19	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	53.3	16.9658773	0.02260703	1
20	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	54.7	17.4115101	0.02381024	1
21	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	36.8	11.7137764	0.01077667	1
22	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	45.6	14.5148969	0.01654698	1
23	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	39.7	12.6368729	0.0125421	1
24	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	47.9	15.2470079	0.01825829	1
25	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	78.3	24.9236058	0.04878796	1
26	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	60.2	19.1622103	0.02883913	1
27	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	46.8	14.8968678	0.01742934	1
28	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	52.3	16.6475681	0.0217667	1
29	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	45.8	14.5785587	0.01669245	1
30	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	36.6	11.6501146	0.01065985	1
31	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	61.6	19.6078431	0.03019608	1

32	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	75.4	24.0005093	0.04524096	1
33	Cheflera	<i>Schefflera ferruginea</i> (Kunth) Harms.	Araliaceae	45.4	14.451235	0.01640215	1
34	Cheflera	<i>Schefflera ferruginea</i> (Kunth) Harms.	Araliaceae	81.2	25.8467023	0.05246881	1
35	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	42.5	13.5281385	0.01437365	1
36	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	42.6	13.5599694	0.01444137	1
37	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	64.3	20.4672778	0.03290115	1
38	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	37.4	11.9047619	0.01113095	1
39	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	45.2	14.3875732	0.01625796	1
40	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	47.4	15.0878533	0.01787911	1
41	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	39.4	12.5413802	0.01235326	1
42	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	45.2	14.3875732	0.01625796	1
43	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	43.4	13.8146168	0.01498886	1
44	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	38.9	12.3822256	0.01204171	1
45	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Parra-O.	Myricaceae	41.5	13.2098294	0.0137052	1
46	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Parra-O.	Myricaceae	38.4	12.223071	0.01173415	1

47	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	40.4	12.8596893	0.01298829	1
48	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	42.6	13.5599694	0.01444137	1
49	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	52.2	16.6157372	0.02168354	1
50	Aguacatillo	<i>Persea ferruginea</i> Kunth.	Lauracea	40.7	12.9551821	0.0131819	2
51	Aguacatillo	<i>Persea ferruginea</i> Kunth.	Lauracea	64.5	20.5309396	0.03310614	2
52	Aguacatillo	<i>Persea ferruginea</i> Kunth.	Lauracea	65.9	20.9765724	0.0345589	2
53	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	45.30	14.4194041	0.01632998	2
54	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	70.8	22.5362872	0.03988923	2
55	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	66.2	21.0720652	0.03487427	2
56	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	68.5	21.8041762	0.03733965	2
57	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	57.8	18.3982684	0.0265855	2
58	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	73.3	23.3320601	0.042756	2
59	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	92.1	29.316272	0.06750072	2
60	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	77.2	24.5734657	0.04742679	2
61	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	112.3	35.7461166	0.10035722	2
62	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	89.4	28.4568373	0.06360103	2
63	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	79.1	25.1782531	0.04979	2
64	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	69.3	22.0588235	0.03821691	2
65	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	72.6	23.1092437	0.04194328	2

66	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	63.50	20.2126305	0.03208755	2
67	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	55.40	17.6343265	0.02442354	2
68	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	60.6	19.289534	0.02922364	2
69	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	51.3	16.329259	0.02094227	2
70	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	44.2	14.0692641	0.01554654	2
71	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	52.5	16.7112299	0.02193349	2
72	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	40.7	12.9551821	0.0131819	2
73	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	38.1	12.1275783	0.01155152	2
74	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	49.1	15.6289789	0.01918457	2
75	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	60.5	19.2577031	0.02912728	2
76	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	66.8	21.2630507	0.03550929	2
77	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	54.3	17.2841864	0.02346328	2
78	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	58.4	18.5892539	0.02714031	2

79	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	45.8	14.5785587	0.01669245	2
80	Cinchona	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Rubiaceae	43.5	13.8464477	0.01505801	2
81	Cinchona	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Rubiaceae	40.3	12.8278584	0.01292407	2
82	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	39.1	12.4458874	0.01216585	2
83	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	43.5	13.8464477	0.01505801	2
84	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	41.4	13.1779985	0.01363923	2
85	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	49.5	15.7563025	0.01949842	2
86	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	40.3	12.8278584	0.01292407	2
87	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	39.6	12.605042	0.01247899	2
88	Eugenia	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg.	Myrtaceae	48.2	15.3425006	0.01848771	2
89	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Parra-O.	Myricaceae	45.5	14.483066	0.01647449	2
90	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Parra-O.	Myricaceae	40.8	12.987013	0.01324675	2
91	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Parra-O.	Myricaceae	42.5	13.5281385	0.01437365	2
92	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	48.7	15.5016552	0.01887327	2

93	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	45.7	14.5467278	0.01661964	2
94	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	44.6	14.1965877	0.0158292	2
95	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	39.3	12.5095493	0.01229063	2
96	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	42.8	13.6236313	0.01457729	2
97	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	70.10	22.3134708	0.03910436	3
98	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	64.30	20.4672778	0.03290115	3
99	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	63.80	20.3081232	0.03239146	3
100	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	64.20	20.4354469	0.03279889	3
101	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	66.40	21.135727	0.03508531	3
102	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	63.00	20.0534759	0.03158422	3
103	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	47.30	15.0560224	0.01780375	3
104	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	39.80	12.6687038	0.01260536	3
105	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	51.60	16.4247517	0.02118793	3
106	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	56.70	18.0481283	0.02558322	3
107	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	59.40	18.907563	0.02807773	3
108	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	36.80	11.7137764	0.01077667	3

109	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	36.00	11.4591291	0.01031322	3
110	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	39.50	12.5732111	0.01241605	3
111	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	56.30	17.9208047	0.02522353	3
112	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	34.70	11.0453272	0.00958182	3
113	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	51.60	16.4247517	0.02118793	3
114	Arrayán	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.	Myrtaceae.	44.20	14.0692641	0.01554654	3
115	Arrayán	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.	Myrtaceae.	70.90	22.5681182	0.04000199	3
116	Arrayán	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.	Myrtaceae.	46.20	14.7058824	0.01698529	3
117	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	41.30	13.1461676	0.01357342	3
118	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	53.40	16.9977082	0.02269194	3
119	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	58.20	18.5255921	0.02695474	3
120	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	48.60	15.4698243	0.01879584	3
121	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	45.70	14.5467278	0.01661964	3
122	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	46.80	14.8968678	0.01742934	3
123	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	46.90	14.9286988	0.0175039	3

124	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	41.70	13.2734912	0.01383761	3
125	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	39.10	12.4458874	0.01216585	3
126	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	37.60	11.9684237	0.01125032	3
127	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	39.60	12.605042	0.01247899	3
128	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	35.80	11.3954673	0.01019894	3
129	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	37.80	12.0320856	0.01137032	3
130	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	36.80	11.7137764	0.01077667	3
131	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	41.30	13.1461676	0.01357342	3
132	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	40.60	12.9233512	0.0131172	3
133	Eugenia	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg.	Myrtaceae.	43.40	13.8146168	0.01498886	3
134	Eugenia	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg.	Myrtaceae.	64.20	20.4354469	0.03279889	3
135	Eugenia	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg.	Myrtaceae.	68.30	21.7405144	0.03712193	3
136	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	44.20	14.0692641	0.01554654	3
137	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	45.80	14.5785587	0.01669245	3
138	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	80.60	25.6557168	0.05169627	3

139	Romerillo	<i>Podocarpus sprucei</i> Parl.	Podocarpaceae	45.7	14.5467278	0.01661964	3
140	Romerillo	<i>Podocarpus sprucei</i> Parl.	Podocarpaceae	98.1	31.2261268	0.07658208	3
141	Sierrilla	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naud.	Melastomataceae	34.50	10.9816654	0.00947169	3
142	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	38.40	12.223071	0.01173415	3
143	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	39.60	12.605042	0.01247899	3
144	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	35.60	11.3318054	0.01008531	3
145	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	55.70	17.7298192	0.02468877	3
146	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	39.60	12.605042	0.01247899	3
147	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	48.70	15.5016552	0.01887327	3
148	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrtaceae.	32.00	10.1858925	0.00814871	3
149	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	36.50	11.6182837	0.01060168	3

150	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	47.50	15.1196842	0.01795463	3
151	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	47.00	14.9605297	0.01757862	3
152	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	41.70	13.2734912	0.01383761	3
153	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	49.60	15.7881334	0.01957729	4
154	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	72.80	23.1729055	0.04217469	4
155	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	50.30	16.0109498	0.02013377	4
156	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	67.20	21.3903743	0.03593583	4
157	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	79.90	25.4329004	0.05080222	4
158	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	59.30	18.8757321	0.02798327	4
159	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	66.80	21.2630507	0.03550929	4
160	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	77.40	24.6371276	0.04767284	4
161	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	54.70	17.4115101	0.02381024	4
162	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	82.60	26.2923351	0.05429367	4
163	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	59.40	18.907563	0.02807773	4
164	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth.	Betulaceae	60.90	19.3850267	0.0295137	4
165	Arrayán	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.	Myrtaceae.	55.80	17.7616501	0.0247775	4

166	Arrayán	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh.	Myrtaceae.	50.50	16.0746117	0.0202942	4
167	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	52.30	16.6475681	0.0217667	4
168	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	45.90	14.6103896	0.01676542	4
169	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	48.10	15.3106697	0.01841108	4
170	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	42.40	13.4963076	0.01430609	4
171	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	55.20	17.5706646	0.02424752	4
172	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	39.80	12.6687038	0.01260536	4
173	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	44.70	14.2284186	0.01590026	4
174	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	46.20	14.7058824	0.01698529	4
175	Cheflera	<i>Schefflera ferruginea</i> (Kunth) Harms.	Araliaceae	39.60	12.605042	0.01247899	4
176	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	50.20	15.9791189	0.02005379	4
177	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	48.80	15.5334861	0.01895085	4
178	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	46.00	14.6422205	0.01683855	4
179	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	52.80	16.8067227	0.02218487	4
180	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	43.50	13.8464477	0.01505801	4

181	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	49.10	15.6289789	0.01918457	4
182	Eugenia	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg.	Myrtaceae.	50.10	15.947288	0.01997398	4
183	Eugenia	<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg.	Myrtaceae.	48.60	15.4698243	0.01879584	4
184	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	51.60	16.4247517	0.02118793	4
185	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	45.90	14.6103896	0.01676542	4
186	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	48.80	15.5334861	0.01895085	4
187	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	53.60	17.06137	0.02286224	4
188	Nectandra	<i>Nectandra laurel</i> Nees.	Lauracea	47.60	15.1515152	0.0180303	4
189	Romerillo	<i>Podocarpus sprucei</i> Parl.	Podocarpaceae	66.80	21.2630507	0.03550929	4
190	Romerillo	<i>Podocarpus sprucei</i> Parl.	Podocarpaceae	64.2	20.4354469	0.03279889	4
191	Romerillo	<i>Podocarpus sprucei</i> Parl.	Podocarpaceae	69.1	21.9951617	0.03799664	4
192	Romerillo	<i>Podocarpus sprucei</i> Parl.	Podocarpaceae	59.60	18.9712249	0.02826713	4
193	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	43.60	13.8782786	0.01512732	4
194	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	39.00	12.4140565	0.01210371	4
195	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	40.10	12.7641966	0.01279611	4

196	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	47.20	15.0241915	0.01772855	4
-----	--------	--	-------------	-------	------------	------------	---

Estrato Arbustivo

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Nº de individuos	Transecto
1	Miconia	<i>Miconia rotundifolia</i> (D.Don) Naudin.	Melastomataceae	3	1
2	Sierra	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Melastomataceae	2	1
3	Totumo	<i>Solanum torvum</i> Sw.	Solanaceae	7	1
4	Hierba mala	<i>Cleome longifolia</i> C. Presl.	Capparaceae	4	1
5	Hierba mala	<i>Cleome longifolia</i> C. Presl.	Capparaceae	5	2
6	Chincha	<i>Rhipidocladum armonicum</i> (Parodi) McClure.	Poaceae	3	2
7	Espino	<i>Berberis pichinchensis</i> Turcz.	Berberidaceae	3	2
8	Llashin	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin.	Cytheaceae	4	2
9	Garra del diablo	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	4	2
10	Doblador	<i>Viburnum pichinchense</i> Benth.	Caprifoliaceae	4	2
11	Llashin	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin.	Cytheaceae	6	3
12	Sierra	<i>Miconia pusilliflora</i> DC.	Melastomataceae	3	3

13	Chilca	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pavon) Pers.	Asteraceae	5	3
14	Cafetillo	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause.	Rubiaceae	5	3
15	Chincha	<i>Rhipidocladum armonicum</i> (Parodi) McClure.	Poaceae	4	3
16	Zarzamora	<i>Rubus bogotensis</i> Kunth.	Rosaceae	4	3
17	Garra del diablo	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	2	4
18	Hierba mala	<i>Cleome longifolia</i> C. Presl.	Capparaceae	4	4
19	Sauco	<i>Cestrum sendtherianum</i> C. Mart.	Solanaceae	5	4
20	Miconia	<i>Miconia rotundifolia</i> (D.Don) Naudin.	Melastomataceae	2	4
21	Chilca	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pavon) Pers.	Asteraceae	3	4
22	Cafetillo	<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause.	Rubiaceae	4	4

Estrato Herbáceo

N°	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	N° de individuos	Transecto
1	Columnea	<i>Columnea strigosa</i> Benth.	<i>Gesneriaceae</i>	5	1
2	Zanahoria de monte	<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. Ex Spreng.	<i>Apiaceae</i>	4	1
3	Quicuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Poaceae	4	2

4	Zanahoria de monte	<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. Ex Spreng.	Apiaceae	2	2
5	Congona	<i>Peperomia inaequalifolia</i> Ruiz & Pav.	Piperaceae	5	2
6	Quicuyo	<i>Pennisetum Clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Poaceae	3	3
7	Congona	<i>Peperomia inaequalifolia</i> Ruiz & Pav.	Piperaceae	5	3
8	Chincha	<i>Chusquea scandens</i> Kunth.	Poaceae	3	3
9	Poleo del inca	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley.	Lamiaceae	4	4
10	Quicuyo	<i>Pennisetum Clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	Poaceae	2	4
11	Columnea	<i>Columnea strigosa</i> Benth.	Gesneriaceae	3	4
12	Chincha	<i>Chusquea scandens</i> Kunth.	Poaceae	4	4

Anexo 3. Inventario General del Bosque Siempreverde Montano Alto de la reserva privada Madrigal del Podocarpus

Estrato Arbóreo							
Nº	Nombre común	Nombre Científico	Familia	CAP(cm)	DAP(cm)	Área basal	Transecto
1	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	63.1	20.09	0.032	1
2	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	35.2	11.20	0.010	1

3	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	41.5	13.21	0.014	1
4	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	78.6	25.02	0.049	1
5	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	70.5	22.44	0.040	1
6	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	58.6	18.65	0.027	1
7	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	50.6	16.11	0.020	1
8	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	39.6	12.61	0.012	1
9	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	42.3	13.46	0.014	1
10	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	51.4	16.36	0.021	1
11	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	36.9	11.75	0.011	1
12	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	38.1	12.13	0.012	1

13	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	35.6	11.33	0.010	1
14	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	39	12.41	0.012	1
15	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	34.5	10.98	0.009	1
16	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	36.5	11.62	0.011	1
17	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	43	13.69	0.015	1
18	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	37.4	11.90	0.011	1
19	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	43.4	13.81	0.015	1
20	Helecho Aboreo	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin.	Cyatheaceae	47	14.96	0.018	1
21	Helecho Aboreo	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin.	Cyatheaceae	48.3	15.374	0.019	1
22	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> Humb. Y Bonpl. ex Willd.	Myricaceae	62.3	19.83	0.031	1
23	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> Humb. Y Bonpl. ex Willd.	Myricaceae	73.5	23.40	0.043	1
24	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	33.5	10.66	0.009	1
25	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	37.1	11.81	0.011	1
26	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	40.6	12.92	0.013	1

27	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	42.8	13.62	0.015	1
28	Panopsis	<i>Panopsis sp.</i>	Proteaceae	41.9	13.34	0.014	1
29	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	37.2	11.84	0.011	1
30	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	40.2	12.80	0.013	1
31	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	36.1	11.49	0.010	1
32	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	47.2	15.02	0.018	1
33	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	55.4	17.6	0.024	2
34	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	91.3	29.1	0.066	2
35	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	47.3	15.1	0.018	2
36	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	50.2	16.0	0.020	2
37	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	41.5	13.2	0.014	2
38	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	62.3	19.8	0.031	2
39	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	45.6	14.5	0.017	2
40	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	48.2	15.3	0.018	2
41	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> Humb. Y Bonpl. ex Willd.	Myricaceae	52.1	16.6	0.022	2
42	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> Humb. Y Bonpl. ex Willd.	Myricaceae	44.5	14.2	0.016	2
43	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	32.4	10.3	0.008	2

44	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	60.5	19.3	0.029	2
45	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	54.7	17.4	0.024	2
46	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	39.9	12.7	0.013	2
47	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	41.3	13.1	0.014	2
48	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	34.5	11.0	0.009	2
49	Higo de pava	<i>Symplocos quitensis</i> Brand.	Symplocaceae	48.1	15.3	0.018	2
50	Higo de pava	<i>Symplocos quitensis</i> Brand.	Symplocaceae	50.24	16.0	0.020	2
51	Higo de pava	<i>Symplocos quitensis</i> Brand.	Symplocaceae	39.6	12.6	0.012	2
52	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	33.3	10.6	0.009	2
53	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	41.1	13.1	0.013	2
54	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	33.7	10.7	0.009	2
55	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	35.8	11.4	0.010	2
56	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	38.1	12.1	0.012	2
57	Cinchona	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Rubiaceae	40.1	12.76	0.013	2
58	Cinchona	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Rubiaceae	35.6	11.33	0.010	2
59	Cinchona	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Rubiaceae	39.5	12.6	0.012	2

60	Porotillo	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	38	12.1	0.011	2
61	Porotillo	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	51.5	16.4	0.021	2
62	Porotillo	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	56.2	17.9	0.025	2
63	Porotillo	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	45.2	14.4	0.016	2
64	Sheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	55.3	17.6	0.024	2
65	Sierrilla	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Melastomataceae	44.7	14.2	0.016	2
66	Sierrilla	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Melastomataceae	37.68	12.0	0.011	2
67	Sierrilla	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Melastomataceae	52.6	16.7	0.022	2
68	Tunash	<i>Gynoxys nitida</i> L.	Asteraceae	39.2	12.5	0.012	2
69	Tunash	<i>Gynoxys nitida</i> L.	Asteraceae	32.3	10.3	0.008	2
70	Tunash	<i>Gynoxys nitida</i> L.	Asteraceae	35	11.1	0.010	2
71	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	70.5	22.4408	0.040	3
72	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	55.1	17.5388	0.024	3

73	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	82.4	26.2287	0.054	3
74	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	65.7	20.9129	0.034	3
75	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	52.6	16.7431	0.022	3
76	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	60.2	19.1622	0.029	3
77	Cashco	<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth.	Cunnoniaceae	50.6	16.1064	0.020	3
78	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	38.3	12.1912	0.012	3
79	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	38.1	12.1276	0.012	3
80	Cinchona	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Rubiaceae	39.2	12.4777	0.012	3
81	Cinchona	<i>Cinchona pubescens</i> Vahl.	Rubiaceae	39.1	12.4459	0.012	3
82	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	41.9	13.3372	0.014	3
83	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	55.9	17.7935	0.025	3
84	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	49.6	15.7881	0.020	3
85	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	40.2	12.796	0.013	3
86	Helecho Aboreo	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin.	Cyatheaceae	45.6	14.5149	0.017	3

87	Higo de pava	<i>Symplocos quitensis</i> Brand.	Symplocaceae	44.6	14.1966	0.016	3
88	Higo de pava	<i>Symplocos quitensis</i> Brand.	Symplocaceae	49.2	15.6608	0.019	3
89	Higo de pava	<i>Symplocos quitensis</i> Brand.	Symplocaceae	50.8	16.1701	0.021	3
90	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> Humb. Y Bonpl. ex Willd.	Myricaceae	69.5	22.1225	0.038	3
91	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	41.1	13.0825	0.013	3
92	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	37.8	12.0321	0.011	3
93	Panopsis	<i>Panopsis sp.</i>	Proteaceae	40.8	12.987	0.013	3
94	Porotillo	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	55.6	17.698	0.025	3
95	Sheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	38.1	12.1276	0.012	3
96	Sierrilla	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Melastomataceae	40.9	13.0188	0.013	3
97	Sierrilla	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Melastomataceae	48.8	15.5335	0.019	3
98	Sierrilla	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Melastomataceae	39.9	12.7005	0.013	3
99	Sierrilla	<i>Miconia calvescens</i> DC.	Melastomataceae	40.3	12.8279	0.013	3
100	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	40.4	12.8597	0.013	3

101	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	43.8	13.9419	0.015	3
102	Tunash	<i>Gynoxys nitida</i> L.	Asteraceae	38.9	12.3822	0.012	3
103	Tunash	<i>Gynoxys nitida</i> L.	Asteraceae	37.1	11.8093	0.011	3
104	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	63.1	20.09	0.032	4
105	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	35.2	11.20	0.010	4
106	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	41.5	13.21	0.014	4
107	Arrayán	<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh.	Myrtaceae	78.6	25.02	0.049	4
108	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	62.3	19.83	0.031	4
109	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	73.5	23.40	0.043	4
110	Cheflera	<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms.	Araliaceae	33.5	10.66	0.009	4
111	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth.	Clusiaceae	37.1	11.81	0.011	4
112	Duco	<i>Clusia elliptica</i> Kunth	Clusiaceae	40.6	12.92	0.013	4
113	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	42.8	13.62	0.015	4
114	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	38.4	12.22	0.012	4

115	Duco	<i>Clusia alata</i> Triana y Planch.	Clusiaceae	37.2	11.84	0.011	4
116	Helecho Aboreo	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin.	Cyatheaceae	37.4	11.90	0.011	4
117	Helecho Aboreo	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin.	Cyatheaceae	43.4	13.81	0.015	4
118	Higo de pava	<i>Symplocos quitensis</i> Brand.	Symplocaceae	52.1	16.5839	0.022	4
119	Higo de pava	<i>Symplocos quitensis</i> Brand.	Symplocaceae	46.8	14.8969	0.017	4
120	Laurel de cera	<i>Morella pubescens</i> Humb. Y Bonpl. ex Willd.	Myricaceae	70.5	22.44	0.040	4
121	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	63.1	20.09	0.032	4
122	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	35.2	11.20	0.010	4
123	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	41.5	13.21	0.014	4
124	Miconia	<i>Miconia asperrima</i> Triana.	Melastomataceae	78.6	25.02	0.049	4
125	Porotillo	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	38	12.10	0.011	4
126	Porotillo	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	Euphorbiaceae	51.5	16.393	0.021	4
127	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	38.1	12.13	0.012	4
128	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	40.2	12.80	0.013	4

129	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	36.1	11.49	0.010	4
130	Tachuelo	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Rutaceae	47.2	15.02	0.018	4
131	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	70.5	22.44	0.040	4
132	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	58.6	18.65	0.027	4
133	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	50.6	16.11	0.020	4
134	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	39.6	12.61	0.012	4
135	Tupial	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	Myrsinaceae	42.3	13.46	0.014	4

Estrato Arbustivo

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Nº de individuos	Transecto
1	Cashco Arbustivo	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth.	Cunnoniaceae	4	1
2	Chincha	<i>Rhipido cladum armonicum</i> (Parodi) McClure.	Poaceae	5	1
3	Garra del diablo	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	3	1
4	Sierra	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	3	1
5		<i>Dendrophorbium balsapampae</i> (Cuatrec.) B. Nord.	Asteraceae	3	2
6	Sierra	<i>Miconia sp.</i>	Melastomataceae	3	2
7		<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Asteraceae	4	2

8		<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold.	Ericaceae	7	2
9		<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. F	Ericaceae	9	3
10		<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold.	Ericaceae	2	3
11		<i>Barnadesia parviflora</i> Spruce ex Benth. & Hook. F.	Asteraceae	2	3
12	Chincha	<i>Rhipidocladum armonicum</i> (Parodi) McClure.	Poaceae	3	3
13	Chincha	<i>Rhipidocladum armonicum</i> (Parodi) McClure.	Poaceae	3	4
14		<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) AC Sm.	Ericaceae	5	4
15		<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Asteraceae	4	4
16	Garra del diablo	<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	Melastomataceae	3	4

Estrato Herbáceo

Nº	Nombre Común	Nombre Científico	Familia	Nº de individuos	Transecto
1	Salvia	<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth.	Lamiaceae	3	1
2	Columnnea	<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	Gesneriaceae	2	1
3	Anturio	<i>Anthurium sp.</i>	Araceae	4	1
4	Anturio	<i>Anthurium sp.</i>	Araceae	3	2
5	Anturio	<i>Anthurium sp2.</i>	Araceae	5	2

6	Llashipa	<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.).	Dennstaedtiaceae	4	2
7	Anturio	<i>Anthurium sp.</i>	Araceae	4	3
8	Poleo del Inca	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley.	Lamiaceae	3	3
9	Salvia	<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth.	Lamiaceae	4	3
10	Poleo del Inca	<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley.	Lamiaceae	3	4
11	Columnnea	<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	Gesneriaceae	2	4
12	Anturio	<i>Anthurium sp.</i>	Araceae	4	4

Anexo 4. Resultados del Cálculo del índice de simpson de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en el Bosque de Neblina Montano, de la reserva Madrigal del Podocarpus, Loja

Índice de Simpson del Estrato Arbóreo			
Nombre Científico	N° Ind.	Pi	Pi²
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	66	0,3367	0,1134
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	2	0,0102	0,0001
<i>Clusia alata</i> Triana y Planch	8	0,0408	0,0017
<i>Clusia elliptica</i> Kunth	21	0,1071	0,0115
<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg	6	0,0306	0,0009
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naud.	1	0,0051	0,0000

<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Parra-O	5	0,0255	0,0007
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	5	0,0255	0,0007
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly	20	0,1020	0,0104
<i>Nectandra laurel</i> Nees	11	0,0561	0,0031
<i>Persea ferruginea</i> Kunth	7	0,0357	0,0013
<i>Podocarpus sprucei</i> Parl	6	0,0306	0,0009
<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms	19	0,0969	0,0094
<i>Schefflera ferruginea</i> (Kunth) Harms	3	0,0153	0,0002
<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth	16	0,0816	0,0067
Total	196	1	0,1610
Índice de diversidad de simpson		0,8390	

Índice de Simpson del Estrato Arbustivo

Nombre Científico	N° Ind.	Pi	Pi ²
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pavon) Pers.	8	0,0930	0,0087
<i>Berberis pichinchensis</i> Turcz	3	0,0349	0,0012
<i>Cestrum sendtherianum</i> C. Mart.	5	0,0581	0,0034
<i>Cleome longifolia</i> C. Presl.	13	0,1512	0,0229

<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	10	0,1163	0,0135
<i>Miconia calvescens</i> DC.	2	0,0233	0,0005
<i>Miconia pusilliflora</i> DC.	3	0,0349	0,0012
<i>Miconia rotundifolia</i> (D.Don) Naudin	5	0,0581	0,0034
<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	9	0,1047	0,0110
<i>Rhipidocladum armonicum</i> (Parodi) McClure	7	0,0814	0,0066
<i>Rubus bogotensis</i> Kunth	4	0,0465	0,0022
<i>Solanum torvum</i> Sw.	7	0,0814	0,0066
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	6	0,0698	0,0049
<i>Viburnum pichinchense</i> Benth	4	0,0465	0,0022
Total	86	1	0,0882
Índice de diversidad de simpson		0,9118	

Índice de Simpson del Estrato Herbáceo			
Nombre Científico	N° Ind.	Pi	Pi²
<i>Chusquea scandens</i> Kunth	7	0,1591	0,0253
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	4	0,0909	0,0083
<i>Columnnea strigosa</i> Benth	8	0,1818	0,0331

<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. Ex Spreng	6	0,1364	0,0186
<i>Pennisetum Clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	9	0,2045	0,0418
<i>Peperomia inaequalifolia</i> Ruiz&Pav	10	0,2273	0,0517
Total	44	1	0,1787
Índice de diversidad de simpson		0,8213	

Anexo 5. Resultados del cálculo del índice de simpson de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en el Bosque Siempreverde Montano Alto, de la reserva privada Madrigal del Podocarpus, Loja

Índice de Simpson del Estrato Arbóreo			
Nombre Científico	N° Ind.	Pi	Pi^2
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	7	0,0519	0,0027
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	5	0,0370	0,0014
<i>Clusia alata</i> Triana y Planch	5	0,0370	0,0014
<i>Clusia elliptica</i> Kunth	13	0,0963	0,0093
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	5	0,0370	0,0014
<i>Gynoxys nitida</i> L.	5	0,0370	0,0014
<i>Miconia asperrima</i> Triana	15	0,1111	0,0123

<i>Miconia calvescens</i> DC.	7	0,0519	0,0027
<i>Morella pubescens</i> Humb. Y Bonpl. ex Willd.	6	0,0444	0,0020
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	5	0,0370	0,0014
<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh	15	0,1111	0,0123
<i>Panopsis</i> sp.	2	0,0148	0,0002
<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms	16	0,1185	0,0140
<i>Symplocos quitensis</i> Brand	8	0,0593	0,0035
<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth	11	0,0815	0,0066
<i>Zanthoxylum</i> sp.	10	0,0741	0,0055
Total	135	1	0,0781
Índice de diversidad de simpson		0,9219	

Índice de Simpson del Estrato Arbustivo

Nombre Científico	N° Ind.	Pi	Pi ²
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	8	0,1270	0,0161
<i>Barnadesia parviflora</i>	2	0,0317	0,0010
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f	9	0,1429	0,0204

<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	9	0,1429	0,0204
<i>Dendrophorbium balsapampae</i> (Cuatrec.) B. Nord.	3	0,0476	0,0023
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) AC Sm	5	0,0794	0,0063
<i>Miconia</i> sp.	6	0,0952	0,0091
<i>Rhipidocladum armonicum</i> (Parodi) McClure	11	0,1746	0,0305
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	6	0,0952	0,0091
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth.	4	0,0635	0,0040
Total	63	1	0,1192
Índice de diversidad de simpson		0,8808	

Índice de Simpson del Estrato Herbáceo

Nombre Científico	N° Ind.	Pi	Pi ²
<i>Anthurium</i> sp.	15	0,366	0,134
<i>Anthurium</i> sp2	5	0,122	0,015
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	6	0,146	0,021
<i>Columnea strigosa</i> Benth	4	0,098	0,010

Pteridium arachnoideum (Kaulf.).	4	0,098	0,010
Salvia scutellarioides Kunth	7	0,171	0,029
Total	41	1	0,218
Índice de diversidad de simpson	0,782		

Anexo 6. Resultados del Cálculo del índice de Shannon y Pielou de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en el bosque de neblina montano, de la reserva Madrigal del Podocarpus, Loja

Índice de diversidad (Shannon) y de equidad (Pielou) del estrato arbóreo			
Nombre Científico	N° Ind.	Pi	Pi*LnPi
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	66	0,3367	-0,3665
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	2	0,0102	-0,0468
<i>Clusia alata</i> Triana y Planch	8	0,0408	-0,1306
<i>Clusia elliptica</i> Kunth	21	0,1071	-0,2393
<i>Eugenia orthostemon</i> O. Berg	6	0,0306	-0,1067
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naud.	1	0,0051	-0,0269
<i>Morella pubescens</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Parra-O.	5	0,0255	-0,0936
<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth) McVaugh	5	0,0255	-0,0936
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	20	0,1020	-0,2329
<i>Nectandra laurel</i> Nees	11	0,0561	-0,1616

<i>Persea ferruginea</i> Kunth.	7	0,0357	-0,1190
<i>Podocarpus sprucei</i> Parl.	6	0,0306	-0,1067
<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms	19	0,0969	-0,2262
<i>Schefflera ferruginea</i> (Kunth) Harms	3	0,0153	-0,0640
<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth	16	0,0816	-0,2045
Total	196	1	-2,2190
Índice de diversidad de Shannon		2,2190	
Índice de equidad de Pielou		0,8194	

Índice de diversidad (Shannon) y de equidad (Pielou) del estrato arbustivo

Nombre Científico	N° Ind.	Pi	Pi*LnPi
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pavon) Pers.	8	0,0930	-0,2209
<i>Berberis pichinchensis</i> Turcz	3	0,0349	-0,1171
<i>Cestrum sendtherianum</i> C. Mart.	5	0,0581	-0,1654
<i>Cleome longifolia</i> C. Presl.	13	0,1512	-0,2856
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	10	0,1163	-0,2502
<i>Miconia calvescens</i> DC.	2	0,0233	-0,0875
<i>Miconia pusilliflora</i> DC.	3	0,0349	-0,1171

<i>Miconia rotundifolia</i> (D.Don) Naudin	5	0,0581	-0,1654
<i>Palicourea heterochroma</i> K. Schum. & K. Krause	9	0,1047	-0,2362
<i>Rhipidocladum armonicum</i> (Parodi) McClure	7	0,0814	-0,2042
<i>Rubus bogotensis</i> Kunth	4	0,0465	-0,1427
<i>Solanum torvum</i> Sw.	7	0,0814	-0,2042
<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	6	0,0698	-0,1858
<i>Viburnum pichinchense</i> Benth	4	0,0465	-0,1427
Total	86	1	-2,5249
Índice de diversidad de Shannon		2,5249	
Índice de equidad de Pielou		0,9567	

Índice de diversidad (Shannon) y de equidad (Pielou) del estrato herbáceo

Nombre Científico	N° Ind.	Pi	Pi*LnPi
<i>Chusquea scandens</i> Kunth	7	0,1591	-0,2925
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	4	0,0909	-0,2180
<i>Columnnea strigosa</i> Benth	8	0,1818	-0,3100
<i>Daucus montanus</i> Humb. & Bonpl. Ex Spreng	6	0,1364	-0,2717
<i>Pennisetum clandestinum</i> Hochst. ex Chiov.	9	0,2045	-0,3246

<i>Peperomia inaequalifolia</i> Ruiz&Pav	10	0,2273	-0,3367
Total	44	1	-1,7534
Índice de diversidad de Shannon		1,7534	
Índice de equidad de Pielou		0,9786	

Anexo 7. Resultados del cálculo del índice de Shannon y Pielou de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo en el Bosque Siempreverde Montano Alto, de la reserva privada Madrigal del Podocarpus, Loja

Índice de diversidad (Shannon) y de equidad (Pielou) del estrato arbóreo			
Nombre Científico	Nº Ind.	Pi	Pi*LnPi
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp. & Endl.	7	0,0519	-0,1534
<i>Cinchona pubescens</i> Vahl	5	0,0370	-0,1221
<i>Clusia alata</i> Triana y Planch	5	0,0370	-0,1221
<i>Clusia elliptica</i> Kunth	13	0,0963	-0,2254
<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	5	0,0370	-0,1221
<i>Gynoxys nitida</i> L.	5	0,0370	-0,1221
<i>Miconia asperrima</i> Triana	15	0,1111	-0,2441
<i>Miconia calvescens</i> DC.	7	0,0519	-0,1534
<i>Morella pubescens</i> Humb. Y Bonpl. ex Willd.	6	0,0444	-0,1384
<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	5	0,0370	-0,1221
<i>Myrcianthes hallii</i> (O. Berg) McVaugh	15	0,1111	-0,2441

<i>Panopsis</i> sp.	2	0,0148	-0,0624
<i>Schefflera acuminata</i> (Pav.) Harms	16	0,1185	-0,2528
<i>Symplocos quitensis</i> Brand	8	0,0593	-0,1675
<i>Weinmannia elliptica</i> Kunth	11	0,0815	-0,2043
<i>Zanthoxylum</i> sp.	10	0,0741	-0,1928
Total	135	1	-2,6490
Índice de diversidad de Shannon		2,6490	
Índice de equidad de Pielou		0,9554	

Índice de diversidad (Shannon) y de equidad (Pielou) del estrato arbustivo

Nombre Científico	Nº Ind.	Pi	Pi*LnPi
<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	8	0,1270	-0,2621
<i>Barnadesia parviflora</i>	2	0,0317	-0,1095
<i>Bejaria resinosa</i> Mutis ex L. f	9	0,1429	-0,2780
<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold	9	0,1429	-0,2780
<i>Dendrophorbium balsapampae</i> (Cuatrec.) B. Nord.	3	0,0476	-0,1450
<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) AC Sm	5	0,0794	-0,2011
<i>Miconia</i> sp.	6	0,0952	-0,2239
<i>Rhipidocladum armonicum</i> (Parodi) McClure	11	0,1746	-0,3047

<i>Tibouchina laxa</i> (Desr.) Cogn.	6	0,0952	-0,2239
<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth.	4	0,0635	-0,1750
Total	63	1	-2,2013
Índice de diversidad de Shannon	2,2013		
Índice de equidad de Pielou	0,9560		

Índice de diversidad (Shannon) y de equidad (Pielou) del estrato herbáceo

Nombre Científico	Nº Ind.	Pi	Pi*LnPi
<i>Anthurium</i> sp.	15	0,3659	-0,3679
<i>Anthurium</i> sp2.	5	0,1220	-0,2566
<i>Clinopodium taxifolium</i> (Kunth) Harley	6	0,1463	-0,2812
<i>Columnnea strigosa</i> Benth	4	0,0976	-0,2271
<i>Pteridium arachnoideum</i> (Kaulf.).	4	0,0976	-0,2271
<i>Salvia scutellarioides</i> Kunth	7	0,1707	-0,3018
Total	41	1	-1,6616
Índice de diversidad de Shannon	1,6616		
Índice de equidad de Pielou	0,9274		

Anexo 8. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilks (W^*) de los índices de riqueza, diversidad y equidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de los ocho transectos muestreados en el Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus. Se muestran los residuos (RDUO) para cada índice

Estrato Arbóreo			
Variable	n	W*	p-valor
RDUO. Margalef	8	0,92	0,5488
RDUO. Simpson	8	0,92	0,5453
RDUO. Shannon	8	0,94	0,6690
RDUO. Pielou	8	0,93	0,6625
Estrato Arbustivo			
Variable	n	W*	p-valor
RDUO. Margalef	8	0,85	0,1438
RDUO. Simpson	8	0,91	0,4813

RDUO. Shannon	8	0,80	0,0375
RDUO. Pielou	8	0,85	0,1310

Estrato Herbáceo

Variable	n	W*	p-valor
RDUO. Margalef	8	0,92	0,5248
RDUO. Simpson	8	0,88	0,2626
RDUO. Shannon	8	0,84	0,1272
RDUO. Pielou	8	0,95	0,7701

Anexo 9. Prueba de homogeneidad de varianzas de Levene (*F*) para los índices de riqueza, diversidad y equidad de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de los ocho transectos muestreados en Bosque de Neblina Montano y el Bosque Siempreverde Montano Alto en la reserva privada Madrigal del Podocarpus. Se muestran los residuos absolutos (RABS) para cada índice

Estrato Arbóreo

Variable	N	F	p-valor
-----------------	----------	----------	----------------

RABS. Margalef	8	1,69	0,2409
RABS. Simpson	8	0,81	0,4022
RABS. Shannon	8	0,25	0,6360
RABS. Pielou	8	8,48	0,0269

Estrato Arbustivo

Variable	N	F	p-valor
RABS. Margalef	8	5,72	0,0540
RABS. Simpson	8	0,05	0,8322
RABS. Shannon	8	2,98	0,1352
RABS. Pielou	8	2,17	0,1911

Estrato Herbáceo

Variable	N	F	p-valor
-----------------	----------	----------	----------------

RABS.	8	12,83	0,0116
Margalef			

RABS.	8	3,68	0,1033
Simpson			

RABS.	8	3,16	0,1258
Shannon			

RABS. Pielou	8	1,23	0,3104
--------------	---	------	--------

Anexo 10. *Trabajo de campo*



Instalación de transectos.



Pintado del fuste.



Medición del CAP.



Colecta de muestra.

Anexo 11. Certificado de traducción

Loja, 10 de marzo del 2023

CERTIFICACIÓN DE TRADUCCIÓN

Licenciada Marjorie Lisbeth Herrera Lojan

CERTIFICO:

En mi calidad de traductora del idioma inglés, con el título de Licenciada en Ciencias de la Educación Mención idioma Ingles he revisado la traducción del resumen de la investigación de la tesis denominada: "Composición Florística y Diversidad del Bosque Siempre Verde Montano Alto y del Bosque de Neblina Montano de la Reserva Natural Madrigal del Podocarpus, Loja, Ecuador", de autoría del señor Cristhian David Herrera Lojan. El señor egresado Cristhian David Herrera Lojan, ha incorporado las correcciones realizadas a las versiones del manuscrito y está listo para continuar con sus gestiones, razón por la que autorizo para que sea presentado como requisito dentro de su tesis para los trámites de su graduación. Es lo que informo para los fines pertinentes.

Atentamente.,



Licenciada Marjorie Lisbeth Herrera Lojan

CI: 1105170714

Telf: 0990011548