



1859

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**

**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS  
NATURALES RENOVABLES**

**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**DIVERSIDAD FLORÍSTICA ARBUSTIVA Y HERBÁCEA EN UNA  
PARCELA PERMANENTE EN EL SECTOR CAJANUMA, PARQUE  
NACIONAL PODOCARPUS, LOJA, ECUADOR.**

TESIS DE GRADO PREVIA A LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA FORESTAL

**AUTORA:**

MIRIAM THALÍA ERAS GARCÍA

**DIRECTOR:**

ING. ZHOFRE AGUIRRE MENDOZA Ph.D.

LOJA- ECUADOR

2021



**UNL**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE LOJA

FACULTAD AGROPECUARIA Y DE  
RECURSOS NATURALES  
RENOVABLES  
CARRERA DE INGENIERÍA  
FORESTAL

Loja, 04 de agosto del 2020.

Señora Ingeniera  
Johana Muñoz Mg.Sc  
**GESTORA DE LA CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL, UNL**  
Loja.-

De mi consideración:

La señorita Egresada Miriam Thalía Eras García, sistematizo y analizó los datos y, escribió los resultados de su investigación de tesis denominada: **“Diversidad florística arbustiva y herbácea en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus, Loja, Ecuador”**; entregó el documento de su tesis, éste fue revisado y corregido en tres borradores en formato digital; luego de las correcciones cumple con los requisitos establecidos en las normas generales para la Graduación en la Universidad Nacional de Loja, en aspectos de forma y contenido. Además, certifico que la investigación de tesis se realizó dentro del cronograma aprobado.

Por esta razón me permito **AUTORIZAR** para que la señorita Egresada Miriam T. Eras G., presente su trabajo de investigación para que sea calificado por un tribunal y continúe con los trámites para su graduación.

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atentamente.,



Firmado electrónicamente por:  
**ZHOFRE HUBERTO  
AGUIRRE MENDOZA**

Ing. Zhofre Aguirre Mendoza, Ph.D.  
**DIRECTOR DE TESIS**  
CI. 1102470067

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA**  
**FACULTAD AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES**  
**CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.

**PRESIDENTA DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS**

**CERTIFICA:**

En calidad de presidenta del Tribunal de Calificación de la Tesis titulada “**DIVERSIDAD FLORÍSTICA ARBUSTIVA Y HERBÁCEA EN UNA PARCELA PERMANENTE EN EL SECTOR CAJANUMA, PARQUE NACIONAL PODOCARPUS, LOJA, ECUADOR**”, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería Forestal, Miriam Thalía Eras García, portadora de la cédula N° 1150211645, se informa que la misma ha sido revisada e incorporadas todas las observaciones realizadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación. Por lo tanto, autorizo la versión final de la tesis y la entrega oficial para la sustentación pública.

Loja, 15 de enero de 2021

Atentamente,

 Firmado electrónicamente por:  
**JOHANA  
CRISTINA MUNOZ  
CHAMBA**

.....  
Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.

**PRESIDENTA**

 Firmado electrónicamente por:  
**ALEXANDRA DEL  
CISNE JIMENEZ  
TORRES**

.....  
Ing. Alexandra del Cisne  
Jiménez Torres Mg. Sc.

**VOCAL**

 Firmado electrónicamente por:  
**OSCAR RODRIGO  
ORDONEZ  
GUTIERREZ**

.....  
Ing. Óscar Rodrigo  
Ordóñez Gutiérrez Mg. Sc.

**VOCAL**

## AUTORÍA

Yo, Miriam Thalía Eras García, portadora de la cédula N° 1150211645, declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales por el contenido de la misma.

Adicionalmente, acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.



**Firma:** .....

**Autora:** Miriam Thalía Eras García

**Cédula:** 1150211645

**Fecha:** Loja, 18 de enero de 2021

## CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, Miriam Thalía Eras García, declaro ser autora de la tesis titulada “**DIVERSIDAD FLORÍSTICA ARBUSTIVA Y HERBÁCEA EN UNA PARCELA PERMANENTE EN EL SECTOR CAJANUMA, PARQUE NACIONAL PODOCARPUS, LOJA, ECUADOR**”, como requisito para optar al grado de: Ingeniera Forestal, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el RDI, 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 de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los veinte días del mes de enero de dos mil veinte y uno, firma la autora.



**Firma:** .....

**Autora:** Miriam Thalía Eras García

**Número de Cédula:** 1150211645

**Dirección:** Av. Pío Jaramillo y Abraham Lincoln

**Correo electrónico:** mterasg@unl.edu.ec

**Celular:** 0968448527

### DATOS COMPLEMENTARIOS

**Director de tesis:** Ing. Zhofre Aguirre Mendoza, Ph.D

**Tribunal de Grado:** Ing. Johana Cristina Muñoz Chamba Mg. Sc.                      Presidenta

Ing. Alexandra del Cisne Jiménez Torres Mg. Sc.                      Vocal

Ing. Óscar Rodrigo Ordóñez Gutiérrez Mg. Sc.                      Vocal

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios por permitirme cumplir una meta más en mi vida y ser mi apoyo en todo momento.*

*Al Ing. Jürgen Homeier que lidera el proyecto de investigación de la Universidad George August de Göttingen Alemania, por la oportunidad de realizar el trabajo de investigación bajo su proyecto y por el financiamiento del mismo.*

*A la Universidad Nacional de Loja por el apoyo logístico brindado mediante el acceso a las instalaciones del Herbario LOJA para el desarrollo de la investigación.*

*Al personal del Herbario: al Ing. Zhofre Aguirre (director de tesis) por su colaboración en la elaboración y revisión del documento de tesis; al Ing. Jaime Peña e Ing. Nelson Jaramillo por su apoyo en la identificación de especies y redacción de resultados.*

*A los docentes de la carrera de Ingeniería Forestal, por brindarme sus conocimientos y formar parte del desarrollo personal y profesional.*

*Finalmente, a mi familia y amigos que fueron parte del proceso de formación tanto personal como profesional, infinitas gracias...*

**Miriam Eras**

## **DEDICATORIA**

*Este trabajo de investigación lo dedico mis abuelitos, ángeles que acompañan mi camino, confiaron en mí y dieron todo para que cumpla mis sueños, sin ellos no lo hubiera logrado.*

*A Orlando y Carmita, por su apoyo y amor que me han brindado en cada etapa de mi vida.*

*A Jesenia, que con su amistad incondicional y sincera me ha motivado a seguir adelante y cumplir cada una de mis metas.*

*A Klever, por ser parte de este proceso, por su cariño, paciencia y apoyo incondicional.*

*A Gabriel, mi amor pequeño que es mi fortaleza e inspiración para seguir adelante.*

*Con amor...*

**Miriam Eras**

## ÍNDICE GENERAL

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>PORTADA</b> .....	<b>I</b>
<b>CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS</b> .....	<b>II</b>
<b>CERTIFICACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	<b>III</b>
<b>AUTORÍA</b> .....	<b>IV</b>
<b>CARTA DE AUTORIZACIÓN</b> .....	<b>V</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>VI</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>VIII</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XVI</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Bosque andino .....	4
2.2. Composición florística.....	4
2.3. Flora.....	4
2.4. Especie.....	4
2.5. Población .....	5
2.6. Comunidad .....	5
2.7. Vegetación.....	5
2.7.1. Factores que influyen en la vegetación .....	5
2.7.2. Métodos de estudio de la vegetación.....	6

2.8.	Curva de acumulación de especies .....	7
2.9.	Parámetros estructurales .....	7
2.9.1.	Densidad absoluta (D) .....	8
2.9.2.	Densidad relativa (Dr) % .....	8
2.9.3.	Dominancia relativa (DmR) % .....	8
2.9.4.	Frecuencia (F).....	8
2.9.5.	Frecuencia relativa (Fr) .....	9
2.9.6.	Índice de valor de importancia (IVI) .....	9
2.10.	Diversidad.....	9
2.10.1.	Diversidad específica.....	9
2.10.2.	Cómo medir la diversidad .....	10
2.10.3.	Métodos para medir la diversidad florística .....	10
2.10.4.	Tipos de diversidad.....	11
2.10.5.	Índices para medir la diversidad alfa.....	11
2.11.	Endemismo.....	13
2.12.	Estado de conservación de las especies.....	13
2.13.	Parque Nacional Podocarpus.....	14
2.14.	Ecosistemas presentes en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.....	15
2.14.1.	Sector sur de la cordillera oriental.....	15
2.14.2.	Sector páramo.....	16
2.15.	Estudios similares sobre diversidad florística arbustiva y herbácea .....	18
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1.	Ubicación del Área de Estudio .....	26
3.2.	Características generales y ecológicas del sitio.....	26
3.3.	Metodología para determinar la diversidad florística arbustiva y herbácea.....	27
3.3.1.	Delimitación de las parcelas de estudio.....	27

3.3.2.	Técnicas de colección de datos en campo .....	28
3.3.3.	Determinación de parámetros estructurales del componente arbustivo y herbáceo.....	29
3.3.4.	Diversidad Específica.....	30
3.4.	Metodología para determinar el endemismo y estado de conservación de las especies arbustivas y herbáceas.....	31
3.5.	Metodología para difundir los resultados a sectores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación.....	31
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
4.1.	Diversidad florística arbustiva en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.....	32
4.1.1.	Estimador de riqueza no paramétrico CHAO 1 para el estrato arbustivo .....	32
4.1.2.	Parámetros estructurales del estrato arbustivo .....	33
4.1.3.	Índices de diversidad para el estrato arbustivo.....	34
4.2.	Diversidad florística herbácea en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.....	34
4.2.1.	Estimador de riqueza no paramétrico CHAO 1 para el estrato herbáceo.....	35
4.2.2.	Parámetros estructurales del estrato herbáceo.....	35
4.2.3.	Índices de diversidad para el estrato herbáceo .....	36
4.3.	Endemismo y estado de conservación de las especies arbustivas y herbáceas registradas en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus .....	36
4.4.	Difusión de los resultados obtenidos a sectores sociales interesados para su aprendizaje y posterior aplicación.....	37
<b>5.</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
5.1.	Diversidad florística arbustiva en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.....	38
5.1.1.	Parámetros estructurales del estrato arbustivo .....	38

5.1.2.	Índices de diversidad para el estrato arbustivo .....	39
5.2.	Diversidad florística herbácea en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus .....	39
5.2.1.	Parámetros estructurales del estrato herbáceo .....	40
5.2.2.	Índices de diversidad para el estrato herbáceo .....	40
5.3.	Endemismo y estado de conservación de las especies arbustivas y herbáceas registradas en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus .....	40
<b>6.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>42</b>
<b>7.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>43</b>
<b>8.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>44</b>
<b>9.</b>	<b>APÉNDICES</b> .....	<b>54</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
Figura 1. Ubicación geográfica de la parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.....	26
Figura 2. Diseño del cuadrante y distribución de las subparcelas de muestreo en la parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.....	28
Figura 3. Riqueza de especies de las familias botánicas del estrato arbustivo.....	32
Figura 4. Curva de acumulación de la riqueza de especies, según el estimador no paramétrico Chao 1, para el estrato arbustivo. ....	33
Figura 5. Riqueza de especies de las familias botánicas del estrato herbáceo. ....	34
Figura 6. Curva de acumulación de la riqueza de especies, según el estimador no paramétrico Chao 1, para el estrato herbáceo.....	35

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Hoja de campo para registro de información de los componentes arbustivo y herbáceo. ....	29
Tabla 2. Fórmulas para el cálculo de parámetros estructurales de la vegetación.....	30
Tabla 3. Interpretación del índice de Shannon. ....	30
Tabla 4. Interpretación del Índice de Equitatividad de Pielou. ....	31
Tabla 5. Parámetros estructurales de especies representativas del estrato arbustivo. ....	33
Tabla 6. Parámetros estructurales de especies representativas del estrato herbáceo.....	36
Tabla 7. Endemismo y estado de conservación de las especies arbustivas y herbáceas registradas en la parcela permanente.....	37

## ÍNDICE DE APÉNDICES

<b>Título</b>	<b>Pág.</b>
Apéndice 1. Parámetros estructurales del estrato arbustivo en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.....	54
Apéndice 2. Índice de Shannon y de Equitatividad de Pielou del componente arbustivo en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus. ....	55
Apéndice 3. Parámetros estructurales del estrato herbáceo en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.....	56
Apéndice 4. Índice de Shannon y de Equitatividad de Pielou del componente herbáceo en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus. ....	57
Apéndice 5. Instalación de subparcelas en Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus. ....	58
Apéndice 6. Instalación de subparcelas para registro de especies herbáceas. ....	58
Apéndice 7. Colección e identificación in situ de muestras botánicas. ....	59
Apéndice 8. Prensado y secado de muestras botánicas.....	59
Apéndice 9. Identificación de especies en el Herbario LOJA. ....	60
Apéndice 10. Especies endémicas del Parque Nacional Podocarpus. ....	60
Apéndice 11. Socialización de resultados al grupo de estudiantes del tercer ciclo (Dendrología) de la carrera de Ingeniería Forestal, de la Universidad Nacional de Loja..	62

**DIVERSIDAD FLORÍSTICA ARBUSTIVA Y HERBÁCEA EN UNA  
PARCELA PERMANENTE EN EL SECTOR CAJANUMA, PARQUE  
NACIONAL PODOCARPUS, LOJA, ECUADOR.**

## RESUMEN

En Ecuador, los bosques andinos son ecosistemas muy importantes por su diversidad biológica y variación ecológica. A pesar de la gran importancia que tienen, han sido poco estudiados y sometidos a una constante intervención antrópica que ha ocasionado fuertes impactos a la biodiversidad y a los bienes y servicios ecológicos que estos ecosistemas proveen. En el sur de Ecuador, este ecosistema forma parte del Parque Nacional Podocarpus, ubicado entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe y debido a su alta diversidad biológica y endemismo representa el área núcleo de la Reserva de Biósfera Podocarpus - El Cóndor. Un sitio florísticamente interesante dentro del Parque es Cajanuma, ubicada en el límite occidental (2 750 m s.n.m.). En este escenario se ejecuta el proyecto liderado por la Universidad George August de Göttingen Alemania, en convenio con el Herbario “Reinaldo Espinosa” LOJA, bajo el cual se desarrolló la presente investigación con el propósito de evaluar la diversidad florística arbustiva y herbácea en una parcela permanente (1 ha) en el sector Cajanuma; y, determinar el estado de conservación y endemismo de las especies registradas. La parcela está dividida en 25 cuadrantes de 400 m<sup>2</sup>, dentro de cada uno se instaló una subparcela de 25 m<sup>2</sup> para el estrato arbustivo y una de 4 m<sup>2</sup> para el herbáceo. Se registró la flora y determinó parámetros estructurales e índices de diversidad. En el estrato arbustivo se encontraron 2 441 individuos de 32 especies, 15 géneros y 10 familias; y, en el herbáceo 465 individuos de 28 especies, 21 géneros y 19 familias. Rubiaceae, Melastomataceae, Piperaceae, Dryopteridaceae, Aspleniaceae y Campanulaceae son las familias más representativas. Las especies ecológicamente importantes son *Rhipidocladum harmonicum*, *Miconia* sp. 2 y *Piper* sp. (arbustos); y, *Peperomia* sp., *Polystichum dubium* y *Blechnum fragile* (hierbas). La diversidad es media con tendencia a una alta diversidad, que refiere estratos ligeramente homogéneos en abundancia. Se registraron tres especies endémicas, dos arbustivas: *Chusquea falcata* y *Miconia namandensis*, en categoría Vulnerable (VU), y una herbácea *Centropogon hartwegii*, En Peligro (EN). Los componentes arbustivo y herbáceo son florísticamente diversos, ratificando la importancia florística del sur del Ecuador.

**Palabras clave:** Cajanuma, bosque andino o nublado, diversidad florística, arbustos, hierbas, estado de conservación, endemismo.

## SUMMARY

In Ecuador, Andean forests are ecosystems very important for their biological diversity and ecological variation. Despite their great importance, they have been little studied and subjected to constant anthropic intervention that has caused strong impacts on biodiversity and the ecological goods and services that these ecosystems possess. In southern Ecuador this ecosystem is part of the Podocarpus National Park, located between the provinces of Loja and Zamora Chinchipe and due to its high biological diversity and endemism; it represents the core area of the Podocarpus - El Cóndor Biosphere Reserve. A floristically interesting site within the Park is Cajanuma, located on the western limit (2 750 m a.s.l.). In this scenario, the project led by the George August University of Göttingen Germany is carried out, in agreement with the Herbarium "Reinaldo Espinosa" LOJA, under which the present investigation was developed with the purpose of evaluating the shrub and herbaceous floristic diversity in a plot permanent (1 ha) in the Cajanuma sector; and, determine the state of conservation and endemism of the registered species. The plot is divided into 25 quadrants of 400 m<sup>2</sup>, within each one a subplot of 25 m<sup>2</sup> was installed for the shrub layer and a 4 m<sup>2</sup> subplot for the herbaceous. The flora was registered and structural parameters were determined: relative density, relative frequency, simplified importance value index and diversity indices: Shannon-Wiener and Pielou Equity. In the shrub stratum, 2,441 individuals of 32 species, 15 genera and 10 families were found; and, in the herbaceous 465 individuals of 28 species, 21 genera and 19 families. Rubiaceae, Melastomataceae, Piperaceae, Dryopteridaceae, Aspleniaceae y Campanulaceae are the most representative families. Ecologically important species are *Rhipidocladum harmonicum*, *Miconia* sp. 2 y *Piper* sp. (shrubs); y, *Peperomia* sp., *Polystichum dubium* y *Blechnum fragile* (herbs). Diversity is medium with a tendency to high diversity, which refers to slightly homogeneous strata in abundance. Three endemic species were recorded, two shrubs: *Chusquea falcata* y *Miconia namandensis*, in a Vulnerable category (VU), and a herbaceous *Centropogon hartwegii*, it is Endangered (EN). The shrub and herbaceous components are floristically diverse, confirming the floristic importance of southern Ecuador.

**Key words:** Cajanuma, Andean or cloud forest, floristic diversity, shrubs, herbs, conservation status, endemism.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los bosques montanos tropicales representan uno de los ecosistemas más diversos del mundo, y se encuentran dentro de los Andes Tropicales (Bussmann, 2005), que corresponde con uno de los «puntos calientes» de biodiversidad del planeta (Myers et al., 2000) lo cual determina su riqueza en especies vasculares, pero también denomina el estado de alerta por el elevado riesgo de perder zonas que poseen especies únicas (Instituto de Ecología Aplicada [ECOLAP] y Ministerio del Ambiente [MAE], 2007). Estos bosques también se conocen como bosques andinos, que son ecosistemas de montaña, se localizan sobre los 1 000 m s.n.m. (Bokkestijn, 2017), los cuales, además de su alta diversidad y endemismo de fauna y flora (Tejedor et al., 2012; Bravo, 2014), se caracterizan por proveer una gran variedad de servicios ecosistémicos (De la Torre et al., 2006; Balvanera, 2012; Simula y Mansur, 2012; Bokkestijn, 2017; Aguirre et al., 2018).

Dentro de los bienes y servicios ecológicos que los bosques otorgan a la comunidad se destaca el servicio de suministro (abastecimiento de agua, provisión de alimentos, medicinas, artesanías, recursos potenciales y genéticos); servicio de regulación (regulación del clima, regulación de la erosión y de la calidad del agua); y servicio cultural (cosmovisión, belleza escénica, ecoturismo, identidad) (De la Torre et al., 2006; Balvanera, 2012; Simula y Mansur, 2012; Bokkestijn, 2017; Aguirre et al., 2018). En cuanto a la regulación climática los bosques andinos juegan un papel importante en el almacenamiento de carbono, ya que pueden llegar a acumular entre 20 y 40 toneladas de carbono por hectárea, con lo que ayudan a amortiguar los efectos del cambio climático (Aguirre et al., 2018; Pinza, 2018).

En Ecuador, los bosques andinos ocupan áreas relativamente pequeñas y poseen una variación ecológica extremadamente rica (Ulloa y Jørgensen, 1995). En la región sur, están representados dentro del Parque Nacional Podocarpus (PNP), ubicado entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe, con una superficie de 146 280 ha, en un rango altitudinal de 1 350 - 3 600 m s.n.m.. Forma parte del Patrimonio de Áreas Naturales del Ecuador (PANE), y es la zona núcleo de la Reserva de Biósfera Podocarpus - El Cóndor debido a su gran diversidad específica, alto grado de endemismo y su representatividad ecosistémica, con lo que brinda servicios ambientales fundamentales para la población humana (MAE, 2014).

Pese a la gran importancia de estos bosques, han recibido una atención marginal de la ciencia y sociedad, están amenazados e impactados (Bussmann, 2005; Simula y Mansur, 2012). Para los bosques montanos en general, la FAO (como se cita en Tejedor et al., 2012) reportó que la tasa de pérdida en el periodo 2005 - 2010 fue de 6 418 000 ha, una cifra que revela la gran amenaza que enfrentan. Según datos proporcionados por estos últimos autores, los factores que a nivel local han contribuido a la pérdida de especies y degradación de estos bosques son varios, entre los que destaca el crecimiento poblacional, desigualdad social (pobreza), establecimiento de cultivos ilícitos y la falta de planificación en la expansión de actividades como la minería, la extracción de gas y los sistemas agropecuarios.

Considerando esta problemática, Aguirre (2019) menciona que en la actualidad es trascendental la caracterización de la vegetación y la flora, pues es el referente más importante de la diversidad florística para documentar su existencia, importancia ecológica y el potencial de uso de las especies. Estos datos permiten conocer cómo funcionan los bosques y otros tipos de cobertura vegetal y, se constituye en una herramienta para planificar y ejecutar su manejo.

Dentro de este contexto se desarrolló este trabajo de investigación que forma parte del proyecto: “Linking tree above and below ground traits across environmental and disturbance gradient in highly diverse tropical montane forest”, a cargo de la Universidad George August de Göttingen Alemania, en convenio con el Herbario “Reinaldo Espinosa” LOJA, de la Universidad Nacional de Loja; cuyo objetivo es evaluar los rasgos funcionales en especies comunes de árboles en diferentes gradientes altitudinales en Bombuscaro, Reserva de Investigación San Francisco y Cajanuma, para determinar abundancia de especies y medir la productividad de los bosques, para ello instalaron nueve parcelas de una hectárea, tres en cada sitio.

La investigación se realizó en una parcela permanente en el sector Cajanuma, del Parque Nacional Podocarpus, durante el periodo octubre 2019-marzo 2020, aplicando un muestreo de los estratos arbustivo y herbáceo, registrando la flora y determinando los parámetros estructurales: densidad relativa, frecuencia relativa, índice de valor de importancia simplificado e índices de diversidad: Shannon - Wiener y Equitatividad de Pielou; que permiten medir la diversidad e interpretar el estado de conservación de la flora.

Con la generación de esta información florística se pretende resolver la pregunta de investigación: ¿Los estratos arbustivo y herbáceo que crecen y se desarrollan en el bosque andino del Parque Nacional Podocarpus, son florísticamente diversos?.

Los objetivos planteados en esta investigación son los siguientes:

Objetivo general

Determinar la diversidad florística arbustiva y herbácea en una parcela permanente en el sector Cajanuma del Parque Nacional Podocarpus.

Objetivos específicos

Establecer el estado de conservación y endemismo de las especies arbustivas y herbáceas registradas en una parcela permanente en sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.

Difundir los resultados obtenidos a sectores sociales interesados para su aprendizaje y posterior aplicación.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Bosque andino**

El bosque andino se encuentra ubicado en la Cordillera de los Andes, en la parte norte de América del Sur. Abarca los países de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. Se caracteriza por encontrarse a una altitud que varía desde 700 a 4 000 m s.n.m., con una alta humedad y niebla. Por su altitud elevada, las temperaturas son bajas, similares a la de bosques montanos intertropicales, el bosque andino presenta una de las regiones con más diversidad de flora del mundo y sirve como hogar para más de 8 000 especies de plantas (Bussmann, 2005).

### **2.2. Composición florística**

Aguirre (2019) define a la composición florística como el conjunto de plantas de diferentes especies que conforman un tipo de formación vegetal natural o plantada. Así mismo menciona que la composición florística está dada por la heterogeneidad de plantas que se logran identificar en una determinada categoría de vegetación, lo que equivale a demostrar la riqueza de especies vegetales de un determinado tipo de vegetación. Se expresa mediante la suma de todas las especies diferentes que se han registrado en cada uno de los transectos o parcelas y los hábitos de crecimiento de las mismas. Esta información es útil para el manejo de una determinada región como remanentes de vegetación.

### **2.3. Flora**

Se refiere exclusivamente a los elementos florísticos (especies) presentes con muchos o pocos individuos formando poblaciones (Aguirre, 2019). En el estudio de la Flora, el taxónomo determina las diferentes especies según sus caracteres. Al estudiar y anotar todas las especies diferentes presentes en un área, se obtiene la composición florística de dicha área; este elemento permite determinar la riqueza florística de un lugar y compararlo con otros (Ferro-Díaz, 2015).

### **2.4. Especie**

Conjunto de individuos con características semejantes que tienen la capacidad para reproducirse (Aguirre, 2019).

Ernst Mayr citado por Smith y Smith (2007) menciona que especie es un grupo de poblaciones cuyos individuos presentan el potencial de cruzarse y producir descendencia fértil. Esto implica el aislamiento reproductivo y, dado que la reproducción es el método de transmisión de información genética (ADN), también implica el aislamiento genético.

## **2.5. Población**

Según Smith y Smith (2007) y Aguirre (2019), población es un grupo de individuos de la misma especie que ocupa una zona determinada. Para Smith y Smith, (2007) las poblaciones de plantas y animales del ecosistema no funcionan de forma independiente unas de otras; algunas compiten con otras por recursos limitados, como comida, agua o espacio. En otros casos, una población es el recurso alimenticio de otra. Dos poblaciones pueden beneficiarse mutuamente, cada una de ellas funcionando mejor en presencia de la otra.

## **2.6. Comunidad**

Conjunto de poblaciones de diferentes especies que viven e interactúan dentro de un ecosistema (Smith y Smith, (2007)).

## **2.7. Vegetación**

La vegetación es el conjunto de elementos florísticos que están ocupando una superficie determinada y que en conjunto determinan formas estructurales distintas pudiendo ser bosques, matorrales, luzaras, páramos; y toda esa cubierta tiene su propia composición florística, estructura y función que la caracterizan y origina su nombre (Aguirre, 2019).

### **2.7.1. Factores que influyen en la vegetación**

Según Sierra et al. (1999), citado por Aguirre (2019), los factores que influyen en la formación de la vegetación son físicos y humanos.

#### **2.7.1.1. Factores físicos**

Como la existencia de distintos climas, relieves y suelos; la posición de puente de la Península; y la originalidad de la vegetación determinada por la insularidad. Las formaciones vegetales se disponen en comunidades, cuyo conjunto constituye el paisaje vegetal de un área. Dado que el clima ejerce una influencia decisiva sobre la vegetación. Cuando la vegetación de

una zona resulta exclusivamente de la incidencia de factores naturales se denomina clímax o potencial.

### **2.7.1.2. Factores humanos**

Como la introducción de especies interesantes por su valor económico, o la degradación de la vegetación existente. La vegetación debida a la actuación humana se denomina vegetación secundaria. Las formaciones vegetales se disponen en comunidades, cuyo conjunto constituye el paisaje vegetal de un área. Dado que el clima ejerce una influencia decisiva sobre la vegetación.

### **2.7.2. Métodos de estudio de la vegetación**

En la mayoría de los estudios de vegetación no es operativo medir todos los individuos de una comunidad, por ello se deben realizar muestreos de los mismos y estimar el valor de los parámetros de la población. En los métodos sin área, las unidades de muestra sin superficie definida son puntos o líneas y basados en puntos principalmente cuatro: individuo más cercano, vecino más cercano, pares al azar y cuadrantes con punto central. En los métodos con área se pueden utilizar círculos, cuadrantes y transectos siendo necesario en estos últimos decidir la forma, tamaño de las parcelas, su disposición y número (Campos, 2020).

#### **2.7.2.1. Método de parcelas de muestreo permanentes**

Aguirre (2019), menciona que las Parcelas de Muestreo Permanentes (PMP) es aquella que se establece con el fin de que se mantengan indefinidamente en el bosque y cuya adecuada demarcación permita la ubicación exacta de sus límites y puntos de referencia a través del tiempo, así como cada uno de los individuos que la conforman, los cuales se analizan por medio de observaciones periódicas que permitan obtener el mayor volumen de información de un sitio y comunidades determinadas. Representan un sistema ágil y ordenado de toma de datos de campo, tanto aplicable a fragmentos de bosques intervenidos, como bosques primarios sin intervención.

A partir de su implementación y estudio podemos obtener un control preciso de los procesos naturales, que nos faciliten estudiar la dinámica de las poblaciones presentes, y conocer el temperamento ecológico de las diferentes especies forestales tropicales. Se

registran también por medio de las PMP, los eventos más sobresalientes de la dinámica forestal, y pueden ser utilizadas como Parcelas Testigo, que permitan controlar los incrementos en crecimiento de los árboles (área basal y volumen) de las especies, en caso de ser utilizadas en bosques manejados, donde se hayan aplicado diferentes tratamientos silviculturales (cortas selectivas, liberación) (Aguirre, 2019).

## **2.8. Curva de acumulación de especies**

Según Jiménez-Valverde y Hortal (2003), mencionan que la curva de acumulación de especies, incorpora nuevas especies al inventario relacionándolo con alguna medida del esfuerzo de muestreo. Cuanto mayor sea este esfuerzo, mayor será el número de especies colectadas. En un inicio, se registran especies comunes y la suma de especies al inventario incrementa rápidamente y la pendiente de la curva es elevada. A medida que avanza el muestreo surgen especies raras, que hacen crecer el inventario y la pendiente de la curva descende. El momento en que la curva descende a cero, teóricamente, corresponde al número total de especies que se pueden encontrar en el sitio de estudio. Además, permite dar fiabilidad a los inventarios biológicos y compararlos; estimando el esfuerzo requerido y extrapolar el número de especies observado en un inventario, para estimar el total de especies que estarían presentes en un sitio.

Fórmula:

$$\text{Chao 1} = \frac{S + a^2}{2b}$$

Dónde:

S = Número de especies de la muestra.

a = Número de especies que están representadas sólo por un único individuo en la muestra.

b = Número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

## **2.9. Parámetros estructurales**

Los parámetros estructurales importantes de considerar para realizar un estudio de caracterización de la vegetación se detallan a continuación:

### 2.9.1. Densidad absoluta (D)

La densidad absoluta está dada por el número de individuos de una especie o de todas las especies por unidad de área o superficie determinada (Matteucci et al., 2002, citado por Aguirre, 2019). Para el cálculo no es necesario contar todos los individuos de una zona, sino que se puede realizar muestreos en áreas representativas.

### 2.9.2. Densidad relativa (Dr) %

La densidad relativa permite definir la abundancia de una determinada especie vegetal, está dada por el número de individuos de una misma especie con relación al total de individuos de la población. Se expresa mediante la siguiente fórmula (Aguirre, 2019):

$$Dr \% = \frac{(\text{Número de individuos de la especie})}{(\text{Número total de individuos})} \times 100$$

### 2.9.3. Dominancia relativa (DmR) %

Lamprecht (1990) menciona que es el grado de cobertura de las especies como expresión del espacio ocupado por ellas. Las sumas de las proyecciones de las copas de todos los individuos de una especie determinan su dominancia. Generalmente la determinación de las proyecciones de las copas resulta muchas veces complicada debido a la estructura vertical de algunos tipos de bosque. Por ello, estas no son evaluadas, sino que se emplean las áreas basales calculadas como sustitutos de los verdaderos valores de dominancia.

La dominancia relativa está definida por el porcentaje de biomasa que aporta una especie. Se calcula tomando en cuenta el área basal de una especie en relación a la sumatoria del área basal de todas las especies de un sitio determinado. Se expresa mediante la siguiente fórmula (Aguirre, 2019):

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

### 2.9.4. Frecuencia (F)

La frecuencia es la existencia o la falta de una especie en determinada subparcela. La frecuencia absoluta se expresa en números (Lamprecht, 1990).

### **2.9.5. Frecuencia relativa (Fr)**

La frecuencia relativa de una especie se calcula tomando en cuenta el número de parcelas en las que una especie está presente en relación a la sumatoria de frecuencia de todas las especies de un sitio determinado. Se expresa mediante la siguiente fórmula (Lamprecht, 1990):

$$\text{Fr \%} = \frac{(\text{Número de parcelas en las que se inventaría las especies})}{(\text{Sumatoria de frecuencia de todas las especies})} \times 100$$

### **2.9.6. 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 sistema. Su ausencia implica cambios substanciales en la estabilidad del ecosistema. Se expresa mediante la siguiente fórmula (Aguirre, 2019):

$$\text{IVI \%} = (\text{Dr} + \text{DmR} + \text{Fr})$$

En la presente investigación se utilizó la fórmula para determinar el IVI simplificado de los estratos arbustivo y herbáceo.

$$\text{IVIs \%} = (\text{Dr} + \text{Fr})$$

## **2.10. Diversidad**

El concepto de “diversidad biológica” se entiende como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos, otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprendiendo la diversidad de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [IPCC], 2002).

### **2.10.1. Diversidad específica**

La diversidad de especies en su definición considera: el número de especies o riqueza que pueden expresarse como la cantidad de tipo (variedades, especies, categorías); y el

número de individuos (abundancia) de cada especie que existen en un determinado lugar (Aguirre, 2019).

La riqueza de las especies es simplemente el recuento de todas las especies dentro de la comunidad. Existe una cantidad de problemas para contabilizar la diversidad. La combinación de estos dos factores, tamaño y rareza, con el número neto de organismos que componen una comunidad, hacen que realizar un listado de especies sea una tarea abrumadora (Smith y Smith, 2007).

### **2.10.2. Cómo medir la diversidad**

La riqueza de especies es la medida más frecuentemente utilizada para demostrar la riqueza biológica de una zona, por varias razones, citado por Moreno (2001): (Gastón, 1996; Moreno, 2000) 1) la riqueza de especies refleja distintos aspectos de la biodiversidad; 2) a pesar de que existen muchas aproximaciones para definir el concepto de especie, su significado es ampliamente entendido (Aguilera y Silva, 1997; Mayr, 1992), 3) al menos para ciertos grupos, las especies son fácilmente detectables y cuantificables; 4) aunque el conocimiento taxonómico no es completo (especialmente para grupos como los hongos, insectos y otros invertebrados en zonas tropicales) existen datos disponibles sobre número de especies (Moreno, 2001).

Los parámetros considerados para medir la diversidad biológica son: índices de diversidad, riqueza específica, curvas especies-área, y gamma/alfa. La diversidad de especies medida a través de índices se aplican para: formas de vida: diversidad de árboles, arbustos, hierbas, epífitas, dentro de estratos: diversidad en el estrato superior, inferior del bosque y por hábitat: bosque, matorral, luzara, páramo. Los índices de diversidad describen lo diverso que puede ser un determinado lugar, considerando el número de especies (riqueza) y el número de individuos de cada especie (abundancia) (Aguirre, 2019).

### **2.10.3. Métodos para medir la diversidad florística**

La selección del método a emplearse debe considerar: el nivel de la biodiversidad que se quiere analizar: dentro de comunidades (diversidad alfa), entre comunidades (diversidad beta), o para un conjunto de comunidades (diversidad gamma); el grupo biológico con que se esté trabajando, la disponibilidad de datos; y, los trabajos previos con el mismo grupo. Para

algunos taxa o bajo ciertas condiciones ambientales no es posible contar con datos cuantitativos o sistematizados (Campos, 2020).

#### **2.10.4. Tipos de diversidad**

##### **2.10.4.1. Diversidad alfa**

Es la riqueza de especies de una comunidad /hábitat /sitio en particular, expresada a través del índice de riqueza de una zona. Modo de medir la diversidad alfa: conjunto de especies, grupos taxonómicos y por estratos (Whittaker, 1972, citado en Moreno, 2001).

##### **2.10.4.2. Diversidad beta**

Es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un ecosistema se da entre comunidades; expresa el grado de similitud y disimilitud. Heterogeneidad (diversidad) de hábitats (Aguirre, 2019).

##### **2.10.4.3. Diversidad gamma**

Es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, es el resultante de las diversidades alfa y las diversidades beta (Whittaker, 1972, citado en Moreno, 2001).

#### **2.10.5. Índices para medir la diversidad alfa**

##### **2.10.5.1. Riqueza específica**

Es el número total de especies obtenido en un inventario de la comunidad/hábitat en estudio. Es la riqueza de especies de un determinado ecosistema, lugar, provincia, país. Se expresa mediante la suma de todas las especies que se han registrado en cada uno de los transectos o parcelas de muestreo. Además, se puede separar las especies de acuerdo a la forma de vida, hábitat donde crecen, o en el caso de fauna hábito de alimentación (Moreno, 2001).

##### **2.10.5.2. Índice de diversidad de Shannon - Weiner**

Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un

individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995, citado por Moreno, 2001). La base de este índice se fundamenta en la presunción de que los individuos se provienen de un muestreo al azar realizado en una población infinitamente grande y asume que todas las especies están representadas en la muestra (Pielou, 1975). El valor del índice de diversidad de Shannon según Margalef (1972) oscila entre los valores de 1,5 y 3,5 y solo de manera extraordinaria llega a un valor de 4,5. El índice de Shannon integra dos componentes: riqueza de especies, y equitatividad /representatividad (dentro del muestreo), tomado de Aguirre (2019).

Fórmula:

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

Dónde:

H' = Índice de diversidad de la especie

S = Número de especies

P<sub>i</sub> = Proporción del número total de individuos que constituye la especie

Ln = logaritmo natural

### 2.10.5.3. Índice de Equitatividad de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Aguirre, 2019).

Fórmula:

$$E = \frac{H'}{H_{max}}$$

Dónde:

E = Equitatividad

H' = Índice de Shannon

H<sub>max</sub> = Ln del total de especies

## **2.11. Endemismo**

Aguirre (2019) indica que el endemismo es la condición más importante que denota la riqueza vegetal de un sitio. Las especies endémicas tienen poca variabilidad genética, por eso no se adaptan a condiciones diferentes a las de su hábitat. Una especie es endémica de una zona determinada si su área de distribución está enteramente confinada en esa zona. El endemismo es la calificación de una especie biológica exclusiva de un lugar, área o región geográfica, y que no se encuentra de forma natural en ninguna otra parte del mundo. Estas especies únicas se llaman endémicas, pues solo es posible encontrarla de forma natural en esa región o lugar.

Los datos acerca de las especies endémicas y amenazadas son un factor clave para identificar sitios prioritarios para la conservación. Las especies en peligro exigen acciones concretas para evitar su extinción. Las especies endémicas también requieren atención debido a sus distribuciones frecuentemente limitadas y por tanto, sensibles a la alteración de su hábitat. Para ayudar a prevenir la pérdida de la biodiversidad, por lo tanto, se debe proteger el hábitat tanto de las especies en peligro como de las endémicas (Campos, 2020).

## **2.12. Estado de conservación de las especies**

El estado de conservación es una medida de la probabilidad que existe para que una especie prevalezca en el tiempo, es decir, determina el riesgo relativo de extinción. La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) mediante su lista roja de especies amenazadas evalúa el estado de conservación de las especies, subespecies, variedades e incluso algunas subpoblaciones seleccionadas a escala mundial; presenta por categorías aquellas especies que presentan un mayor riesgo de extinción global (GreenFacts, 2019).

Para definir el estado de las especies raras y en peligro de extinción con fines de conservación, la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) desarrolló una clasificación cuantitativa basada en la probabilidad de extinción. El sistema presenta tres niveles, (Smith y Smith, 2007):

Las especies en peligro crítico de extinción tienen una probabilidad de extinción del 50 por ciento o más en los próximos 10 años o 3 generaciones, cualquiera que fuese la de mayor duración.

Las especies en peligro de extinción tienen una probabilidad de extinción del 20 por ciento en los próximos 20 años o 5 generaciones.

Las especies vulnerables tienen una probabilidad de extinción del 10 por ciento o más en los próximos 100 años.

### **2.13. Parque Nacional Podocarpus**

El Parque Nacional Podocarpus (PNP) forma parte del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), a partir del 15 de diciembre de 1982 mediante Acuerdo Ministerial N° 398. Se localiza en los Andes australes del Ecuador y continúa hacia el oriente amazónico, en la región de Numbala y Nudo de Sabanilla entre los límites de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe. Es atravesado por una cordillera que va modelando valles adentrándose a la parte amazónica, donde los bosques son alimentados por los ríos Nangaritzza, Numbala y Loyola. Tiene una superficie aproximada de 146 280 ha, de las cuales aproximadamente el 17 % de la superficie total corresponde a ecosistema páramo, con un rango altitudinal que va desde 960 a 3 800 m s.n.m. (MAE, 2014; MAE, 2015).

La temperatura al interior del Parque varía dependiendo de la altitud en la que se establezca. Se pueden encontrar temperaturas que varían entre un mínimo de 9 °C en las zonas de páramo y un máximo de 21,7 °C en las estribaciones orientales. La temperatura mínima registrada en el Parque es de 3,2 °C y la máxima de 29,4 °C. Los extremos registrados se explican por la extensa variación altitudinal al interior del Parque. Las precipitaciones varían entre 1 142 mm en las zonas menos lluviosas (zona occidental) y 2 261 mm en las zonas más húmedas (zona oriental). La precipitación media anual es de 1 730 mm (MAE, 2014).

Está en una zona donde la geografía y relieve se declinan hacia la depresión de Huancabamba, por lo que la topografía forma una serie de ramales bajos, nudos y portetes propios del lugar. Se pierde la estructura del ramal de los Andes y hay la presencia de algunos cerros que se levantan entre los valles y que no superan los 4 000 m s.n.m. y que se convierten en « islas » con flora exclusiva y de alta especiación (Lozano et al., 2002, 2007; Palacios, 1995, citado por MAE 2014). Se estima que existen entre 3 000 y 4 000 especies de plantas vasculares, siendo el bosque nublado uno de los más ricos en especies de árboles conocidos en el Ecuador (Madsen, 1992, citado por MAE, 2014).

Cajanuma es un sitio florísticamente interesante dentro del PNP, por presentar una combinación de especies de bosques nublados y páramos, así como zonas de transición con formaciones vegetales achaparradas únicas. Se describe además la mayor cantidad de ecosistemas protegidos de la Región Sur, hecho que se relaciona con su ubicación en la unión de la Cordillera Real de los Andes y la Cordillera Oriental en el Nudo de Sabanilla. El bosque de Cajanuma se ubica en el límite occidental del Parque (Provincia de Loja) a 2 750 m s.n.m. Tiene una extensión menor a 1 000 ha puesto que posee límites naturales como el páramo en la parte alta y límites antropogénicos como cultivos y potreros en el resto de flancos (Rivera, 2007).

#### **2.14. Ecosistemas presentes en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus**

Según el Sistema de Clasificación de Ecosistemas para el Ecuador Continental realizado por el Ministerio del Ambiente (MAE), en el PNP se han identificado 12 ecosistemas, donde se incluye una categoría adicional de cuerpos de agua. Este sistema agrupa ecosistemas a diferentes escalas espaciales bajo factores diagnósticos (bioclima, biogeografía, geomorfología) que son utilizados de forma anidada para definir y proyectar geográficamente los ecosistemas del Ecuador continental (MAE, 2014).

Los dos ecosistemas de mayor representatividad en el PNP son el Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes que corresponde al 34,40 % y el Bosque siempreverde montano de las cordilleras del Cóndor - Kutukú que corresponde al 13,50 %. El Parque se caracteriza por estar formado principalmente por ecosistemas boscosos. Apenas el 0,60 % de la superficie del Parque corresponde al ecosistema Herbazal de Páramo. El Mapa de ecosistemas del MAE ha determinado un nivel de intervención del 3,40% al interior del Parque (MAE, 2014).

##### **2.14.1. Sector sur de la cordillera oriental**

###### **2.14.1.1. Bosque siempreverde montano del sur de la cordillera oriental de los Andes (BsMn02)**

Ecosistema donde el dosel alcanza 20 m de altura, 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 m de altura. El ecosistema se extiende desde 2 200 a

3 000 m s.n.m. en algunas localidades puede encontrarse fuera de este rango altitudinal. La mayoría de familias y géneros son de origen andino. En estos bosques son importantes las familias Melastomataceae, Myrsinaceae, Cunoniaceae, Clusiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Celastraceae, Podocarpaceae y Ternstroemiaceae. Se han registrado entre 75 y 110 especies por hectárea (MAE, 2013).

#### **2.14.1.2. Bosque siempreverde montano alto del sur de la cordillera oriental de los Andes (BsAn02)**

Bosques siempreverdes bajos a medios, esclerófilos a subesclerófilos y lauroides, generalmente densos y con dos estratos leñosos, abundantes epifitas y briofitas. La altura del dosel varía de 8 a 10 m. El ecosistema se extiende desde 3 000 - 3 400 m s.n.m. Los troncos de los árboles son gruesos y torcidos, muchos de ellos se ramifican desde el nivel del suelo o presentan raíces adventicias. Los árboles más abundantes en este ecosistema pertenecen a los géneros *Ilex*, *Oreopanax*, *Schefflera*, *Hedyosmum*, *Clethra*, *Clusia*, *Weinmannia*, *Gaiadendron*, *Myrsine*, *Ardisia*, *Symplocos*, *Drymis*, *Saurauia*, *Myrcianthes*, *Podocarpus*, *Prumnopitys*, *Freziera* y varios géneros de Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae. La flora epifita está dominada por Orchidaceae, Bromeliaceae e Hymenophyllaceae. En áreas alteradas hay dominancia de *Chusquea* y *Rhipidocladum* (MAE, 2013).

#### **2.14.2. Sector páramo**

##### **2.14.2.1. Arbustal siempreverde y herbazal del páramo (AsSn01)**

Arbustales frecuentemente dispuestos en parches de hasta 3 m de altura, mezclados con pajonales amacollados de alrededor de 1,20 m. Se encuentran en un rango altitudinal que va desde 3 300 - 3 900 m s.n.m. N a 2 800 - 3 600 m s.n.m. S. La composición y estructura de este ecosistema cambia hacia la parte baja de su distribución altitudinal, pues la riqueza de especies y promedio de altura de los arbustos y el número de arbolitos incrementa. En todo el país este ecosistema se caracteriza por la presencia de *Calamagrostis* spp. y especies arbustivas de los géneros *Baccharis*, *Gynoxys*, *Brachyotum*, *Escallonia*, *Hesperomeles*, *Miconia*, *Buddleja*, *Monnina* e *Hypericum* (MAE, 2013).

#### **2.14.2.2. Arbustal siempreverde montano alto del páramo del sur (AsAn01)**

Conocido también como bosque enano de altura donde están presentes elementos florísticos del bosque montano alto pero de menor tamaño debido a las condiciones ambientales, topográficas y edáficas extremas, la vegetación no sobrepasa los tres metros de altura, se extiende desde 2 800 - 3 300 m s.n.m. Su composición florística es caracterizada por especies con espinos de los géneros *Hesperomeles*, *Rubus*, *Ribes*, *Berberis*, *Desfontainia* mezclados con arbustos leñosos pertenecientes a las familias Ericaceae, Rosaceae, Asteraceae y Polygalaceae. En la provincia de Loja, este ecosistema se caracteriza por una vegetación arbustiva y herbácea conocida localmente como paramillol dominada por especies de los géneros *Puya*, *Miconia*, *Neurolepis*, *Oreocallis*, *Weinmannia* y *Blechnum* (MAE, 2013).

#### **2.14.2.3. Herbazal del páramo (HsSn02)**

Herbazal denso dominado por gramíneas amacolladas mayores a 50 cm de altura; abarca la mayor extensión de los ecosistemas de montaña en el Ecuador; se extiende a lo largo de los Andes desde el Carchi hasta Loja, en un rango altitudinal de 3 400 - 4 300 m s.n.m. N a 2 900 - 3 900 m s.n.m. S. Este ecosistema está caracterizado por tener una dominancia de los géneros *Calamagrostis*, *Agrostis*, *Festuca*, *Cortaderia* y *Stipa*, junto con parches de arbustos de los géneros *Diplostephium*, *Hypericum* y *Pentacalia* y una abundante diversidad de hierbas en roseta, rastreras y diversas formas de vida (MAE, 2013).

En el norte del país hasta el valle del Girón - Paute, las comunidades que tienen como límite inferior los 3 400 m s.n.m. se componen de *Calamagrostis* spp., *Oreomyrrhis andicola* y *Gnaphalium pensylvanicum*, entre el Altar y los páramos del Cajas, la comunidad varía ya que las condiciones de humedad bajan y se crean asociaciones entre *Calamagrostis* sp. y *Viola humboldtii*; en el sur del país las comunidades de este Herbazal del Paramó descienden hasta los 2 900 m s.n.m. y se componen de *Agrostis breviculmis*, *Calamagrostis* spp., *Festuca asplundii* y *Stipa ichu*; en zonas de ladera con pendiente fuerte, luego de deslizamientos o en planicies con suelos hidromorfos crecen como comunidades pioneras gramíneas bambusoideas dominadas por *Chusquea* spp. (MAE, 2013).

### **2.14.2.3.1. Herbazal de Bambusoideas**

Se caracteriza por la dominancia de gramíneas de la tribu bambusoideae que alcanzan los tres metros de altura; se localizan en la vertiente oriental de la Cordillera Real principalmente en zonas con altas condiciones de humedad, con suelos pedregosos poco desarrollados, en lugares que estarían típicamente dominados por *Calamagrostis* sp.; sin embargo están cubiertos por bambúes. Las condiciones de humedad y pendiente favorecen la presencia de Chusquea en el volcán Altar entre 3 800 y 4 000 m s.n.m. En el Parque Nacional Llanganates, hacia el oriente y sur del mismo, hay dominancia de *Chusquea aristata* en áreas poco extensas, reemplazando a los pajonales de *Calamagrostis intermedia*. También se reporta este ecosistema en roca metamórfica sobre los 3 700 m s.n.m. en la zona suroriental del Parque Nacional Cayambe - Coca (Cuenca del río Chalpi y Papallacta) (MAE, 2013).

La composición florística de los herbazales del Parque Nacional Podocarpus difiere de los del norte debido a una asociación particular de bambúes, se han registrado 12 especies de Chusquea de las cuales 6 son endémicas y 4 se conocen únicamente en el PNP, se distinguen dos zonas diferenciadas por asociaciones vegetales; la primera, en la zona norte definida por *Chusquea neurophylla* y *Chusquea laegaardii* ubicadas en los páramos de El Tiro, Cajanuma, Lagunillas y Banderillas y la segunda en la zona sur, definida por *Chusquea nana* en el Cerro Toledo (MAE, 2013).

### **2.15. Estudios similares sobre diversidad florística arbustiva y herbácea**

Ecuador es el quinto país más diverso del continente americano en relación al área, alberga  $\approx 18\,500$  especies de plantas vasculares de las cuales alrededor de 5 700 especies son endémicas (Ulloa, 2019). La diversidad está relacionada con la variación ecológica influenciada por la cordillera de los Andes, que origina la depresión de Huancabamba; la variación del gradiente altitudinal y topografía, factores que confluyen para generar hábitats particulares que permiten el desarrollo de especies únicas (Ulloa y Jørgensen, 1995; Bravo, 2014; Aguirre et al., 2017). En el área del Parque Nacional Podocarpus se han registrado aproximadamente 1 281 especies vegetales dentro de 137 familias, con predominancia, tanto en riqueza como en abundancia de Orquidaceae, Melastomataceae y Asteraceae (MAE, 2014).

Dentro del Parque se han realizado algunos estudios sobre diversidad florística, enfocados principalmente al componente arbóreo, para determinar abundancia de especies y medir la productividad de los bosques. El estudio de Tiede et al. (2016) se basó en evaluar especies de árboles en tres sitios: Bombuscaro, Reserva de Investigación San Francisco y Cajanuma, para lo cual instalaron 54 parcelas de 400 m<sup>2</sup>, 18 en cada sitio; ubicadas en bosque maduro homogéneo sin disturbio visible natural o humano. Se registró las familias con mayor riqueza de especies Lauraceae, Rubiaceae y Melastomataceae; un total de 3 740 individuos, 420 especies, 178 géneros y 72 familias, de los cuales 1 574 individuos y 99 especies fueron localizados en el sector Cajanuma (3 000 m s.n.m).

Recientemente, se realizó un inventario florístico de especies arbóreas en el sector de Cajanuma dentro de la parcela permanente (1 ha) donde se realizó el presente estudio, se registró un total de 1 496 individuos y 90 especies, 45 géneros y 31 familias. Además se registró a Rubiaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Asteraceae y Araliaceae como las familias con mayor riqueza de especies; estos datos aún no han sido publicados (J. Homeier, comunicación personal 16 de enero, 2020).

Yaguana et al. (2010) realizaron la investigación sobre diversidad florística y estructura del bosque nublado en el sur occidente del Parque Nacional Podocarpus, cantón Palanda, provincia de Zamora Chinchipe, en los predios de la Fundación Naturaleza y Cultura Internacional. Se instaló una parcela permanente (1 ha) y delimitó nueve subparcelas para el componente arbóreo de 20 m x 20 m, se registró individuos  $\geq 5$  cm de DAP, y para el estrato arbustivo se instaló nueve parcelas de 25 m<sup>2</sup> y dentro de cada una se estableció una subparcela de 1m<sup>2</sup> para el estrato herbáceo. Para el estrato arbustivo y herbáceo se contabilizó el número de individuos. Se registró 234 especies, 171 arbóreas, 20 arbustivas, 13 herbáceas y 30 epifitas. Las familias del estrato arbóreo con mayor riqueza de especies fueron Rubiaceae, Lauraceae, Myrtaceae, Meliaceae y Melastomataceae; del estrato arbustivo: Piperaceae, Rubiaceae, Melastomataceae y Solanaceae; y del estrato herbáceo: Piperaceae, Araceae, Dryopteridaceae, Gesneriaceae y Blechnaceae.

En el estudio realizado por Eguiguren et al. (2010) sobre diversidad florística del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus para el monitoreo del cambio climático, se estableció una zona piloto en el filo de la Cordillera Oriental de los Andes y comprende tres cimas situadas a lo largo del gradiente altitudinal, CIA ubicada a 3 270 m s.n.m, CIB

pasando los 3 320 m s.n.m. y CIC 3 400 m s.n.m., influenciadas por el mismo clima regional. En toda la zona piloto se instalaron 48 parcelas permanentes (16 en cada cima). Se registró 86 especies, 60 géneros y 33 familias, de las cuales 57 especies están representadas en 765 individuos en la cima CIA, 51 especies y 1 085 individuos en la cima CIB, y 59 especies y 1 126 individuos en la cima CIC. Las familias más diversas en las tres cimas son Asteraceae y Ericaceae. Todas las cimas poseen una diversidad alfa alta.

Lozano y Bussmann (2005) analizan la importancia de los deslizamientos en el Parque Nacional Podocarpus. Registrando en el bosque natural 75 familias, 185 géneros y 412 especies, de estas 58 son endémicas entre los 2 800 m y 3 200 m de altitud; en los deslizamientos naturales 56 familias, 127 géneros y 264 especies; y en deslizamientos antropogénicos 69 familias, 127 géneros y 313 especies. El estrato herbáceo bajo es el más representativo, luego el estrato herbáceo de tamaño mediano y finalmente el estrato arbustivo, especialmente en el rango 2 400 a 2 700 m s.n.m. Las familias dominantes son: Violaceae, Cyperaceae, Poaceae, Blechnaceae, Lycopodiaceae en el estrato herbáceo; Asteraceae, Melastomataceae, Ericaceae, Poaceae, Aquifoliaceae en el estrato arbustivo; y, a nivel de bosque: Asteraceae, Clusiaceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Lycopodiaceae, Melastomataceae, Orchidaceae, Poaceae, Cunoniaceae. Los bosques montanos y páramos muestreados junto a los deslizamientos del Parque muestran una alta diversidad y endemismo. Se registraron 412 especies, de estas 58 son endémicas para el parque generalmente distribuidas entre los 2 800 a 3 200 m s.n.m., en vegetación arbustiva de páramo «ecotono».

Cofre (2018) en su trabajo de pregrado aportó con datos para la investigación de Urgilés et al. (2018) sobre diversidad de plantas, estructura de la comunidad y biomasa aérea en un páramo del sur del Ecuador, desarrollado en el ecosistema “Arbustal siempreverde y herbazal del páramo”, analizaron la diversidad florística existente y determinaron el contenido de biomasa vegetal dentro del páramo en el sector Cajanuma en el Parque Nacional Podocarpus; con la finalidad de generar una línea base para monitoreo a largo plazo de la biodiversidad y funcionamiento ecosistémico. Se establecieron 30 parcelas permanentes de 1 m<sup>2</sup>, se registraron 1 367 individuos pertenecientes a 66 especies, 49 géneros y 32 familias taxonómicas. Las familias más diversas fueron Asteraceae y Ericaceae, mientras que las especies con mayor frecuencia y número de individuos por hectárea fueron: *Tillandsia aequatorialis* con 47 000, *Thelypteris euthytrix* con 31 000, y *Blechnum cordatum* con 19

667. El índice de diversidad de Shannon - Weaver (3,41) indica una diversidad alta en el ecosistema páramo del PNP.

Reyes (2017) en su trabajo de pregrado aportó con datos para el desarrollo del artículo de Aguirre et al. (2017) sobre la composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador, se analizó una parcela permanente de una hectárea de bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro (PUFVC). Se registraron 1 370 individuos pertenecientes a 45 especies de 39 géneros en 29 familias, 20 especies de árboles y 15 de arbustos. Según el índice de Shannon, la diversidad es media (3,16). Las familias más diversas son: Rubiaceae (5 especies), Araliaceae (3), Asteraceae (3), Melastomataceae (3) y Primulaceae (3). Las especies ecológicamente importantes son *Alnus acuminata*, *Palicourea amethystina*, *Phenax laevigatus* y *Clethra revoluta*. Se registran cinco especies endémicas: *Oreopanax andreanus* (Preocupación menor LC), y en estado Vulnerable (VU): *Oreopanax rosei*, *Ageratina dendroides*, *Myrsine sodiroana* y *Zinowiewia madsenii*.

Pinza (2018) en su trabajo de pregrado para estimar el carbono acumulado en el estrato arbustivo, herbáceo y necromasa del bosque andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, instaló una parcela permanente de una hectárea, subdividida en 25 subparcelas de 400 m<sup>2</sup> (20 m x 20 m); dentro de estas parcelas se instalaron 25 subparcelas de 25 m<sup>2</sup> (5 m x 5 m) para arbustos y 25 de 1 m<sup>2</sup> (1 m x 1 m) para hierbas. La diversidad florística del bosque andino del PUFVC del componente arbustivo mostró una diversidad media con un estrato homogéneo en abundancia, con 30 especies incluidas en 24 géneros y 16 familias. El componente herbáceo mostró una diversidad baja que demuestra ser ligeramente heterogéneo en abundancia de especies, con 22 especies dentro 17 géneros y 10 familias. Las especies con índice de valor de importancia simplificado IVI más alto del componente arbustivo son: *Palicourea amethystina*, *Piper asperiusculum*, *Phenax hirtus*, *Rubus robustus*; y para el componente herbáceo son: *Peperomia obtusifolia*, *Panicum stigmosum* y *Blechnum occidentale*.

Aguirre et al. (2018) realizaron su investigación en el bosque andino en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro” de Loja, en un rango altitudinal de 2 130 a 2 520 m s.n.m., para estimar el carbono acumulado en una parcela permanente de una hectárea, que se subdividió en 25 parcelas de 20 m x 20 m, aquí se midieron todos los árboles  $\geq$  a 5 cm de

DAP; para los arbustos se instalaron 25 subparcelas de 5 m x 5 m y 25 parcelas de 1 m x 1 m para hierbas. La diversidad florística de la parcela permanente es de 92 especies, de éstas 33 son árboles comprendidas en 28 géneros y 21 familias; 35 especies arbustivas comprendidas en 27 géneros y 19 familias; y, 24 especies herbáceas, dentro de 19 géneros y 14 familias. De estas especies arbustivas 4 son endémicas del Ecuador: *Ahetheolaena heterophylla* (Asteraceae) Casi Amenazada, *Centropogon erythraeus* (Campanulaceae) En Peligro, *Ageratina dendroides* (Asteraceae) Vulnerable y *Senecio iscoensis* (Asteraceae) Vulnerable.

En el estudio de Aguirre et al. (2018) sobre la estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador; con el objetivo de determinar la diversidad florística y estructural, se instalaron seis parcelas temporales de 20 m x 20 m (400 m<sup>2</sup>), en áreas representativas de bosque siempreverde montano bajo, se registró el DAP de todos los individuos  $\geq 5$  cm, al interior se delimitaron tres subparcelas de 5 m x 5 m (25 m<sup>2</sup>) para arbustos. Se registraron 46 especies, 35 géneros y 20 familias; 33 arbóreas y 13 arbustivas. Las familias más diversas en el estrato arbóreo son: Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae y Euphorbiaceae; y, en el estrato arbustivo, Lauraceae, Primulaceae, Chlorantaceae y Rubiaceae. Las especies arbóreas ecológicamente importantes son: *Alchornea glandulosa*, *Calyptanthes* sp. y *Nectandra lineatifolia*; y en el estrato arbustivo: *Psychotria brachiata*, *Tetrorchidium andinum* y *Palicourea* sp.

Maldonado et al. (2018) estudiaron la estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano bajo en la microcuenca El Suhi, ubicado en Palanda, Zamora Chinchipe; donde se investigó un remanente de bosque siempreverde montano bajo, mediante la instalación de cinco parcelas temporales de 20 m x 20 m (400 m<sup>2</sup>) donde se registraron los árboles mayores a 5 cm de DAP (1,30 m), en forma anidada se delimitaron tres subparcelas de 5 m x 5 m (25 m<sup>2</sup>) para arbustos y cinco subparcelas de 1 m x 1 m (1 m<sup>2</sup>) para hierbas. Se registraron 100 especies, 59 son árboles, 24 arbustos y 17 hierbas. Las familias más diversas del estrato arbóreo son Rubiaceae, Lauraceae, Clusiaceae y Euphorbiaceae; del estrato arbustivo: Piperaceae, Solanaceae y Poaceae; y del herbáceo: Dryopteridaceae, Polypodiaceae y Araceae. Las especies ecológicamente importantes del estrato arbóreo son *Alsophila cuspidata* y *Nectandra lineatifolia*; del estrato arbustivo: *Chamaedorea linearis* y *Philodendron* sp., y del estrato herbáceo: *Elaphoglossum latifolium* y *Peperomia blanda*.

Alvear et al. (2010) en el estudio de diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural Los Nevados, Cordillera Central colombiana, caracterizó la diversidad, la composición florística y la estructura de los bosques de la Reserva Torre Cuatro, la cual hace parte de la zona amortiguadora del Parque. Los remanentes de bosque se subdividieron en tres zonas de acuerdo a la altitud: baja (2 650 - 2 900 m), media (3 000 - 3 300 m) y alta (3 400 - 3 750 m), en cada una de las cuales se muestreó 0,1 ha y se censaron todos los individuos con DAP  $\geq$  2,5 cm. La riqueza de especies encontrada para las tres zonas (62 para la baja, 69 para la media y 48 para la baja) fue superior al promedio registrado para otros bosques andinos situados a altitudes similares. En todas las zonas las familias con mayor importancia ecológica fueron Melastomataceae y Asteraceae, pero también se destacaron Cunoniaceae en la baja, Betulaceae en la media y Ericaceae en la alta. En todas las zonas unas pocas especies sobresalieron por su mayor importancia ecológica en la comunidad (IVI): *Weinmannia pubescens* en la zona baja, *Alnus acuminata* en la media y *Tibouchina andreana* en la alta.

Cortés-Ballén et al. (2020) en el estudio de la composición y estructura del bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia), analizaron la composición y la estructura de la vegetación secundaria del Bosque Andino, para ello se establecieron dos parcelas de 0,1 ha y una de 0,05 ha, abordando fragmentos de vegetación homogéneos; se registraron 523 individuos, distribuidos en 69 especies, 36 géneros y 25 familias; los índices de diversidad evidenciaron tres comunidades vegetales diferentes, con baja dominancia y alta diversidad. El Índice de Valor de Importancia señaló a las especies *Clusia multiflora* y *Centronia brachycera*, con mayor representatividad ecológica. Las familias y los géneros con mayor número de especies en la primera parcela, de 0,1 ha, fueron: Melastomataceae, Clusiaceae, Asteraceae, Rubiaceae; *Miconia*, *Axinaea* y *Palicourea*. Por su parte, la segunda parcela de 0,1 ha, presentó a las familias Melastomataceae, Cyatheaceae, Cunoniaceae y los géneros *Axinaea*, *Cyathea*, *Miconia* y *Weinmannia*, con mayor representatividad de especies. Por último, la tercera parcela de 0,05 ha, destacó a Melastomataceae y Clethraceae, como las familias con presencia de más de una especie, siendo el género *Clethra*, el de mayor representatividad, con 2 especies.

Avella y Ávila (2017) en su investigación sobre la flora vascular de los bosques de roble (Fagaceae) en Colombia, realizaron el inventario sobre la composición florística de la flora vascular y se encontraron 808 especies, 313 géneros y 125 familias. El hábito

dominante es el de árboles con 539 especies (67 %), seguido por arbustos con 143 (18 %) y hierbas con 58 especies (7 %). Se encontraron 143 especies de arbustos agrupadas en 27 familias y 62 géneros; las familias con mayor número de especies arbustivas fueron Rubiaceae, Ericaceae, Asteraceae, Solanaceae, Myrtaceae; entre los géneros más diversos están *Palicourea*, *Psychotria*, *Viburnum*, *Cavendishia* y *Piper*. Las 58 especies de hierbas se agruparon en 29 familias y 44 géneros; las familias con mayor número de especies fueron Poaceae, Polypodiaceae, Piperaceae, Melastomataceae, Gentianiaceae y Gesneriaceae, las demás familias tienen entre una y dos especies; el género con más especies fue *Peperomia* con cinco especies. En las epífitas se registraron 23 especies agrupadas en tres familias y diez géneros. Araceae fue la familia más diversa con doce especies, seguida por Orchidaceae, con seis especies, y Bromeliaceae con cinco especies. *Anthurium* fue el género más diverso con 11 especies, los demás géneros presentaron entre una y dos especies.

Álvarez et al. (2007) en su estudio de Monitoreo de los Andes colombianos a través del establecimiento de parcelas permanentes (2 000 - 3 000 m s.n.m.), presenta los resultados preliminares de composición, estructura y dinámica de estos bosques a partir de una muestra de parcelas permanentes como una forma de abordar el entendimiento de la funcionalidad de los ecosistemas y hacer seguimiento a los cambios de sus diferentes atributos. Los análisis de composición florística y riqueza de especies se basan en doce parcelas instaladas en la Cordillera Occidental, Central y Oriental. Se registra las familias con mayor número de especies: Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae y Pteridophyta. Se encontraron 9 457 individuos en 12 ha, distribuidos en 79 familias botánicas, 165 géneros y 389 especies.

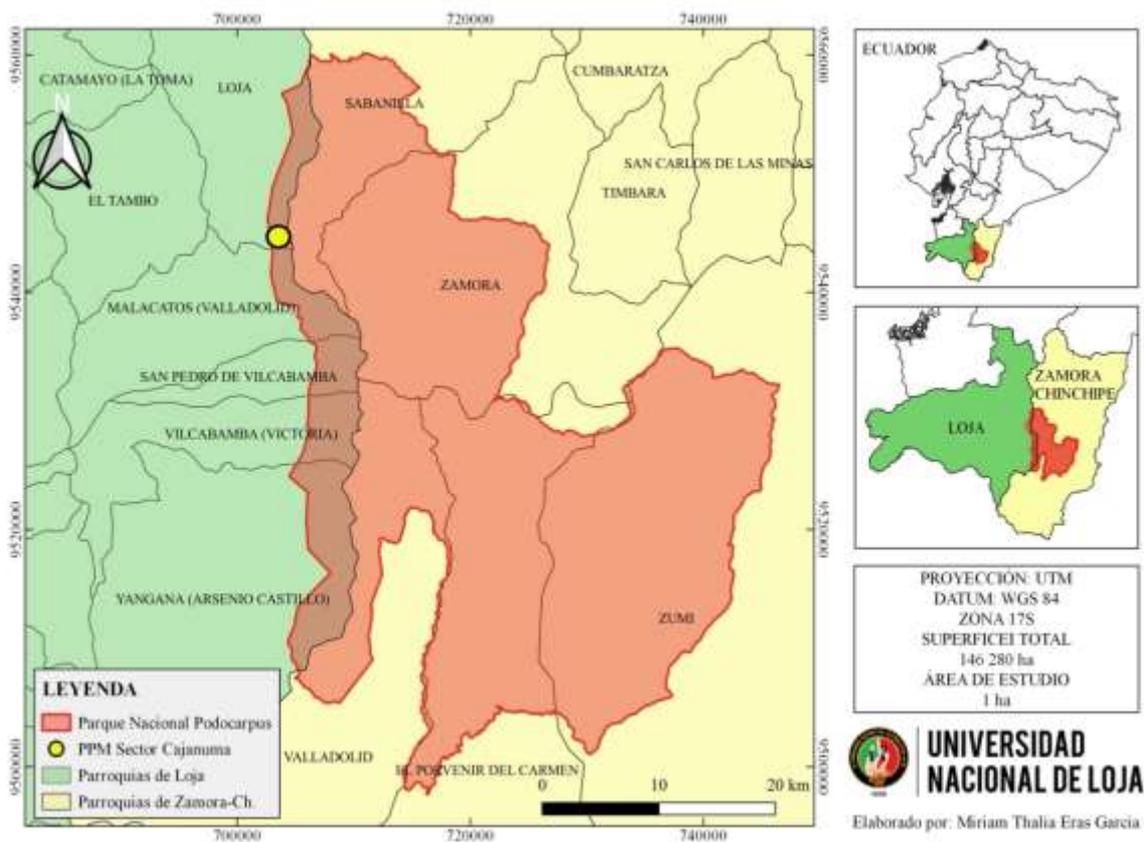
Juárez et al. (2005) en la Oscurana (Cajamarca), presenta el análisis de la composición florística, formas de vida, importancia y estrategias para la conservación de un bosque relicto de la Vertiente Occidental Andina del norte del Perú, ubicado a 2 000 - 2 800 m s.n.m. El análisis preliminar incluye 85 familias, 169 géneros y 258 especies de plantas vasculares, de las cuales 70 familias corresponden Magnoliophyta y 15 a Pteridophyta. Las formas de vida predominantes en cuanto a familia se reúnen en seis categorías: hierbas con 29 familias (34 %), arbustos con 14 (16 %), árboles con 9 (11 %), trepadoras/lianas con 9 (11 %), hierbas/arbustos con 7 (8 %) y hierbas/epífitas con 5 familias (6 %). Las familias con el mayor número de especies son: Asteraceae con 20 (7,75 %), Orchidaceae con 17 (6,59 %),

Solanaceae con 14 (5,43 %), Pteridaceae con 11 (4,26 %), Fabaceae con 8 (3,10 %), Malvaceae, Scrophulariaceae y Bromeliaceae con 6 (2,33 %) y Acanthaceae con 4 (1,55 %).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación del Área de Estudio

El sitio de estudio se localiza en el sector Cajanuma en el Parque Nacional Podocarpus, cantón Loja, provincia de Loja, en una parcela permanente de una hectárea previamente instalada en las coordenadas UTM, 702623.95 E y 9545009 S, a 3 000 m de altitud (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.

#### 3.2. Características generales y ecológicas del sitio

El Parque Nacional Podocarpus se encuentra en una zona de gran biodiversidad y endemismo en la región sur del Ecuador. Gran parte de la biodiversidad del PNP se explica por su alta diversidad florística, que representa el 6,4 % de la flora registrada para el Ecuador (MAE, 2014). Esto hace que sea un testimonio claro de la influencia de las montañas en tierras tropicales, una de las principales razones de la extraordinaria biodiversidad del

Ecuador. Muchos estudios demuestran que la mayor parte de la biodiversidad del país está empacada en estas alturas intermedias, donde el frío no es tan extremo y, en cambio, abundan la humedad, los microclimas y las barreras geográficas. La zona donde se encuentra el Parque Nacional Podocarpus es considerada un sitio de importancia mundial para la conservación de la biodiversidad (MAE, 2015).

Por esta razón, junto a otras áreas de la zona como el Parque Nacional Yacuri y la Reserva Biológica Cerro Plateado, desde 2007 forma parte de la Reserva de Biosfera Podocarpus – El Cóndor, un reconocimiento otorgado por la UNESCO. Esta área alberga una gran superficie de páramos, bosques nublados y zonas de matorral, fundamental para la preservación y continuidad de los ecosistemas del sur del Ecuador y norte de Perú (MAE, 2015).

Cajanuma presenta una combinación de especies de bosques nublados y páramos, así como zonas de transición con formaciones vegetales achaparradas únicas. Se describe la mayor cantidad de ecosistemas protegidos de la región sur, hecho que se relaciona con su ubicación en la unión de la Cordillera Real de los Andes y la Cordillera Oriental en el Nudo de Sabanilla. El bosque de Cajanuma se ubica en el límite occidental del Parque (provincia de Loja) a 2 750 m s.n.m. Tiene una extensión aproximada de 1 000 ha con límites naturales como el páramo en la parte alta y límites antropogénicos como cultivos y potreros en el resto de flancos (Rivera, 2007).

Según la clasificación de ecosistemas del Ecuador Continental del MAE (2013), en la parcela permanente instalada en el sector Cajanuma se presentan los siguientes tipos: bosque siempreverde montano del sur de la cordillera oriental de los Andes, bosque siempreverde montano alto del sur de la cordillera oriental de los Andes, arbustal siempreverde y herbazal del páramo, arbustal siempreverde montano alto del páramo del sur y herbazal del páramo.

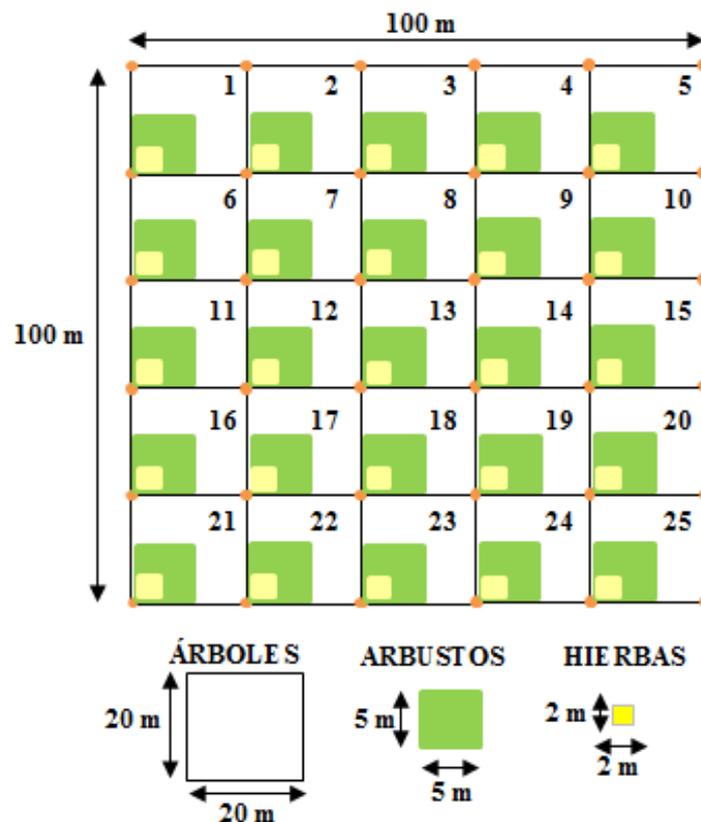
### **3.3. Metodología para determinar la diversidad florística arbustiva y herbácea**

#### **3.3.1. Delimitación de las parcelas de estudio**

Se utilizó una parcela permanente establecida por el proyecto de investigación: “Linking tree above and below ground traits across environmental and disturbance gradient in highly diverse tropical montane forest”, ejecutado por la Universidad George August de

Göttingen Alemania, en convenio con el Herbario “Reinaldo Espinosa” LOJA, que tiene nueve parcelas permanentes de una hectárea establecidas dentro del PNP.

El levantamiento de información sobre la diversidad florística del componente arbustivo y herbáceo se realizó en una de las parcelas permanentes del proyecto, la misma que se encuentra dividida en 25 cuadrantes de 400 m<sup>2</sup>, y dentro de cada uno de estos se instaló temporalmente una subparcela de 25 m<sup>2</sup> para el componente arbustivo y una de 4 m<sup>2</sup> para el componente herbáceo. El diseño de las subparcelas de muestreo se muestra en la Figura 2, siguiendo metodología propuesta por Aguirre (2019).



**Figura 2.** Diseño del cuadrante y distribución de las subparcelas de muestreo en la parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.

### 3.3.2. Técnicas de colección de datos en campo

#### 3.3.2.1. Levantamiento de datos de campo de los estratos arbustivo y herbáceo

En primera instancia se inventarió las subparcelas de hierbas con el fin de evitar el deterioro de los individuos al caminar. En las 25 subparcelas de 25 m<sup>2</sup> y 4 m<sup>2</sup> se registró el

número de individuos de arbustos y hierbas respectivamente, para ambos casos se utilizó la hoja de campo presente en la Tabla 1, considerando el Número de la subparcela, Nombre Común o código, Número de individuos presentes de cada especie y observaciones sobre atributos botánicos de las especies para su posterior determinación.

**Tabla 1.** Hoja de campo para registro de información de los componentes arbustivo y herbáceo.

<b>Componente</b>				
<b>Fecha</b>	<b>Número subparcela</b>	<b>Nombre Común o código</b>	<b>Número de individuos</b>	<b>Observaciones</b>

La identificación botánica de las especies se realizó en el sitio de estudio, mientras que las muestras que no pudieron ser identificadas, fueron colectadas, codificadas y trasladadas al Herbario Reinaldo Espinosa de la Universidad Nacional de Loja, para su respectivo procesamiento e identificación, a través de colecciones botánicas, literatura especializada y claves dendrológicas. Se tuvo en cuenta que las muestras colectadas sean de material fértil principalmente y conserven todas sus estructuras.

### **3.3.2.2. Curva de acumulación de especies**

Para comprobar si el muestreo fue el adecuado para la investigación se usó la curva de acumulación de especies, que se utiliza para estimar como se representa el número de especies acumulado en el inventario frente al esfuerzo de muestreo empleado. Es también una herramienta útil para planificar el esfuerzo de muestreo que se debe invertir en el trabajo del inventario (Jiménez-Valverde y Hortal, 2003); donde, los estimadores no paramétricos, estiman el número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra.

### **3.3.3. Determinación de parámetros estructurales del componente arbustivo y herbáceo**

Con los datos florísticos obtenidos se calculó los parámetros estructurales de la vegetación (Tabla 2), como: densidad relativa (DR), frecuencia relativa (FR) e índice de valor de importancia simplificado (IVI) para los estratos arbustivo y herbáceo, siguiendo lineamientos de Aguirre (2019).

**Tabla 2.** Fórmulas para el cálculo de parámetros estructurales de la vegetación.

<b>Parámetro</b>	<b>Fórmula</b>
Densidad relativa (%)	$Dr = (\text{Número de individuos de la especie/número total de individuos}) \times 100$
Frecuencia relativa (%)	$Fr = (\text{Número de parcelas en las que se inventaría las especies/Sumatoria de frecuencia de todas las especies}) \times 100$
Índice de valor de importancia simplificado (%)	$IVI = Dr + Fr$

**Nota:** Adaptado por Aguirre (2019).

### **3.3.4. Diversidad Específica**

#### **3.3.4.1. Determinación de índice de Shannon de los componentes arbustivo y herbáceo**

El índice de Shannon, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra, se evaluó este índice para las especies encontradas y analizó mediante la siguiente fórmula:

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

Para la interpretación se usó la siguiente escala de significancia descrita en la Tabla 3, tomado de Aguirre (2019).

**Tabla 3.** Interpretación del índice de Shannon.

<b>Rangos</b>	<b>Significado</b>
0 - 1,35	Diversidad baja
1,36 - 3,5	Diversidad media
> 3,6	Diversidad alta

#### **3.3.4.2. Determinación de índice de Equitatividad de los componentes arbustivo y herbáceo**

Con los datos obtenidos de abundancia se procedió a determinar el índice de Equitatividad, que mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada; para su cálculo se aplica la fórmula:

$$E = \frac{H'}{H_{\max}}$$

El significado de Equitatividad se interpreta en base a la escala entre 0 – 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Tabla 4) (Aguirre, 2019).

**Tabla 4.** Interpretación del Índice de Equitatividad de Pielou.

Valores	Significancia	
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

### **3.4. Metodología para determinar el endemismo y estado de conservación de las especies arbustivas y herbáceas**

Para determinar el endemismo y estado de conservación de las especies arbustivas y herbáceas registradas, se procedió a realizar la comparación de las especies registradas en este estudio con las reportadas en el Libro Rojo de las Plantas Endémicas del Ecuador (León-Yáñez et al., 2011), y con la página oficial de la lista roja de las especies endémicas del mundo <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/BusquedaSencilla> y <https://www.iucnredlist.org/>.

### **3.5. Metodología para difundir los resultados a sectores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación**

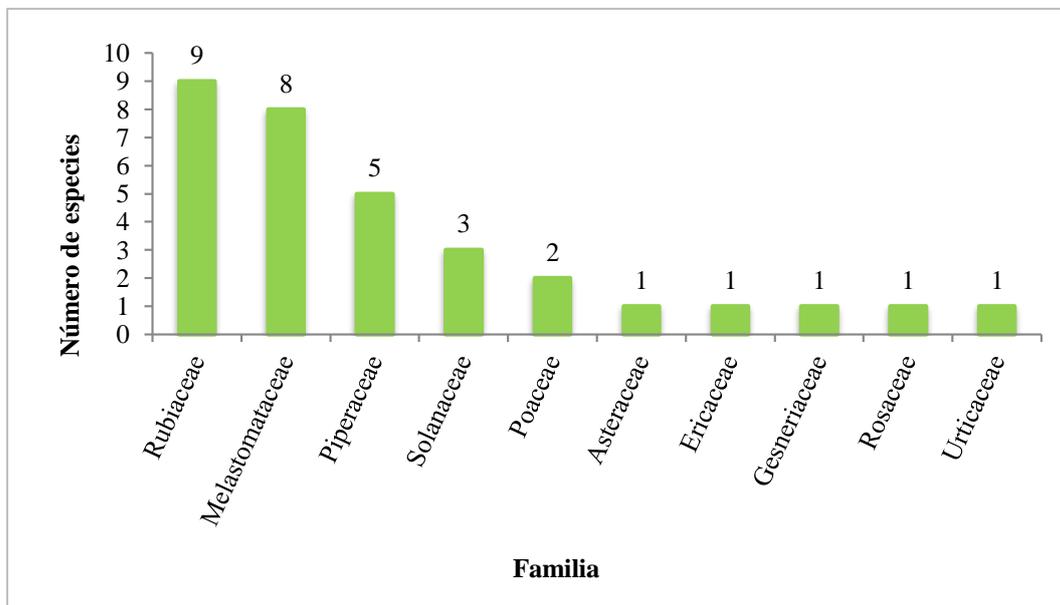
Debido a la calamidad pública decretada por el Estado ecuatoriano, ante la crisis sanitaria por el COVID 19, se imposibilitó la difusión de resultados a los sectores sociales interesados. Es por ello que, los resultados de la investigación fueron socializados a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja, mediante una conferencia virtual en la plataforma Zoom.

Así mismo, se entregó el documento final (tesis) y un artículo científico a la Biblioteca de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja para interesados en la temática.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Diversidad florística arbustiva en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus

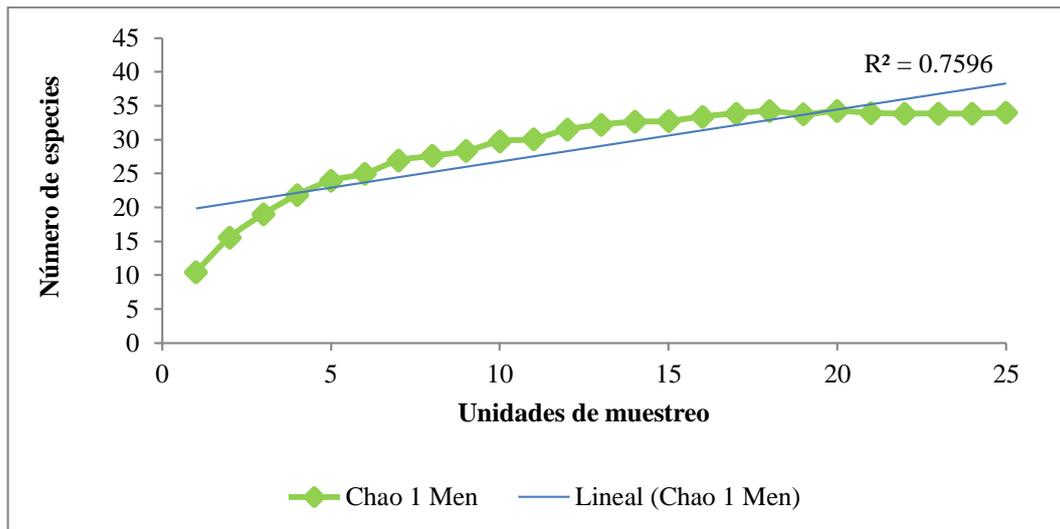
Dentro de la parcela permanente en el sector Cajanuma, en el estrato arbustivo se registraron 2 441 individuos, que pertenecen a 32 especies, 15 géneros y 10 familias botánicas. Las especies que tuvieron mayor número de individuos son: *Rhipidocladum harmonicum* (Parodi) McClure (1433), *Miconia* sp. 2 (322), *Piper* sp. (94), *Miconia namandensis* Wurdack (93), y *Meriania sanguinea* Wurdack (89). Y las familias más diversas Rubiaceae, Melastomataceae y Piperaceae con 9, 8 y 5 especies respectivamente (Figura 3).



**Figura 3.** Riqueza de especies de las familias botánicas del estrato arbustivo.

#### 4.1.1. Estimador de riqueza no paramétrico CHAO 1 para el estrato arbustivo

El estimador de riqueza aplicado CHAO 1 con un grado de correlación de 0,76 refleja que el muestreo aplicado es confiable, el esfuerzo de muestreo realizado es óptimo para encontrar las especies deseadas para el estrato arbustivo, mediante el programa EstimateS (Figura 4).



**Nota:** En el eje X se representa el esfuerzo de muestreo efectuado (n parcelas). El eje Y muestra el número de especies arbustivas registradas.

**Figura 4.** Curva de acumulación de la riqueza de especies, según el estimador no paramétrico Chao 1, para el estrato arbustivo.

#### 4.1.2. Parámetros estructurales del estrato arbustivo

Los parámetros estructurales del estrato arbustivo (Tabla 5), muestran que las especies frecuentes, abundantes y ecológicamente importantes son: *Rhipidocladum harmonicum* (Parodi) McClure, *Miconia* sp. 2, *Piper* sp., *Miconia namandensis* Wurdack, y *Meriania sanguinea* Wurdack, con un índice de valor de importancia simplificado (%) de 69,77; 24,25; 13,14; 11,77 y 10,73 respectivamente.

**Tabla 5.** Parámetros estructurales de especies representativas del estrato arbustivo.

Nombre Científico	n	FR (%)	DR (%)	IVI (%)
<i>Rhipidocladum harmonicum</i> (Parodi) McClure	1433	11,06	58,71	69,77
<i>Miconia</i> sp. 2	322	11,06	13,19	24,25
<i>Piper</i> sp.	94	9,29	3,85	13,14
<i>Miconia namandensis</i> Wurdack	93	7,96	3,81	11,77
<i>Meriania sanguinea</i> Wurdack	89	7,08	3,65	10,73
<i>Palicourea lyrastipula</i> Wernham	70	7,08	2,87	9,95
<i>Chusquea falcata</i> L. G. Clark	60	7,08	2,46	9,54
<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	59	5,75	2,42	8,17
<i>Palicourea</i> cf. <i>calycina</i> Benth.	36	4,42	1,47	5,90
<i>Piper</i> cf. <i>brevispicum</i> C. DC.	25	4,42	1,02	5,45
<b>Total</b>	<b>2441</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

**Nota:** Número de individuos (n), Frecuencia relativa (FR); Densidad relativa (DR); Índice de valor de importancia simplificado (IVI). Datos completos Apéndice 1.

### 4.1.3. Índices de diversidad para el estrato arbustivo

Tanto el índice de diversidad de Shannon - Wiener con un valor de 1,7 como el índice de Equitatividad de Pielou con un valor de 0,49 determinan que el estrato arbustivo del ecosistema bosque andino del PNP, sector Cajanuma, tiene una diversidad media. Que según la interpretación de Pielou refiere que es ligeramente heterogéneo en abundancia con tendencia a una alta diversidad. Los cálculos de los índices de diversidad se detallan en el Apéndice 2.

### 4.2. Diversidad florística herbácea en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus

En el sector Cajanuma, se registraron 465 individuos, que pertenecen a 28 especies, 21 géneros y 19 familias botánicas. Las especies que tuvieron mayor número de individuos son: *Polystichum dubium* (H. Karst.) Diels (47), *Blechnum fragile* (Liebm.) C. V. Morton & Lellinger (47), *Peperomia* sp. (44), *Nertera granadensis* (Mutis ex L.f.) Druce (37), y *Anthurium* sp. 1 (33). Y las familias más diversas Dryopteridaceae con 4 especies, Aspleniaceae y Campanulaceae con 3 especies, Araceae y Blechnaceae con 2 especies, (Figura 5).

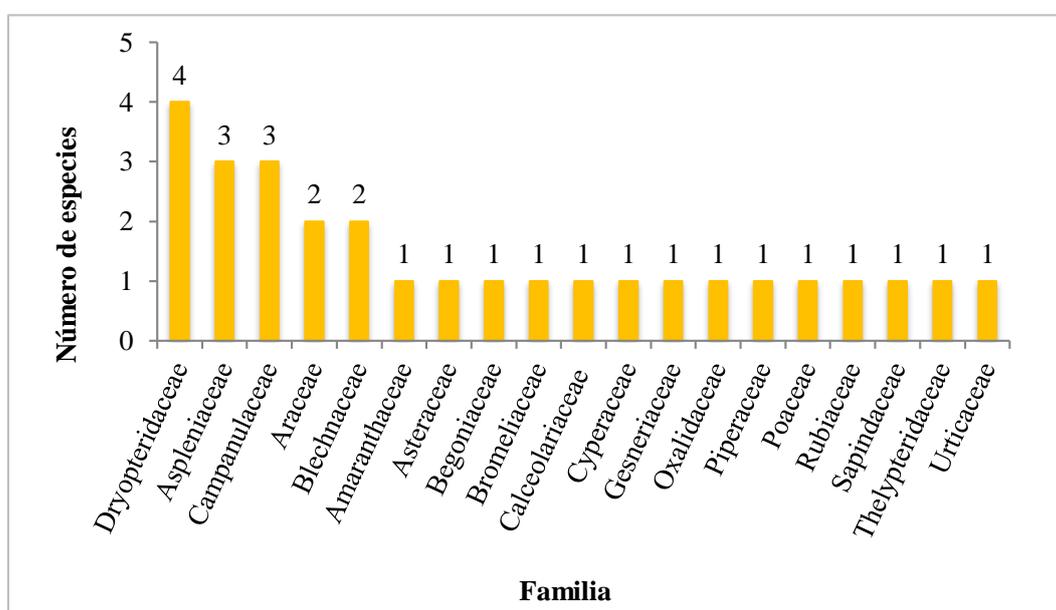
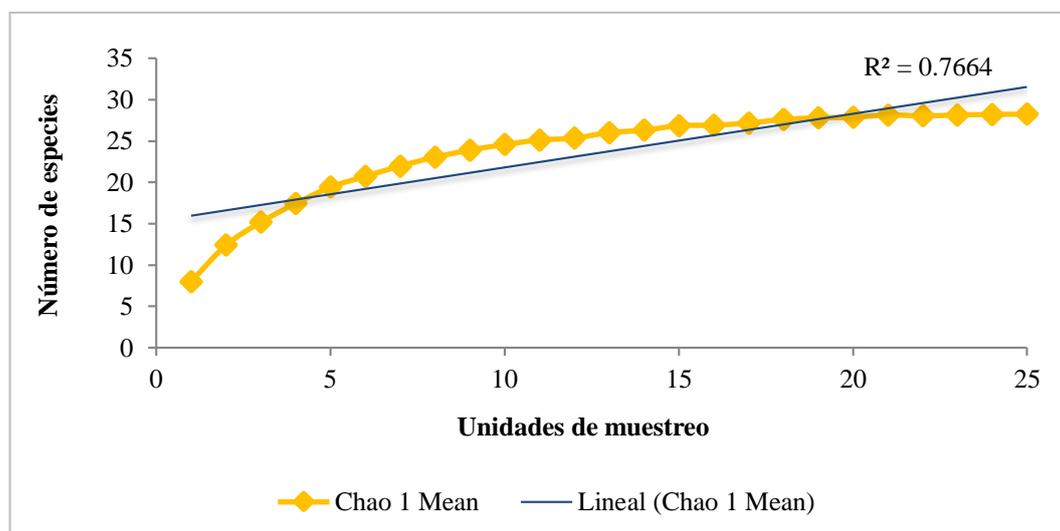


Figura 5. Riqueza de especies de las familias botánicas del estrato herbáceo.

#### 4.2.1. Estimador de riqueza no paramétrico CHAO 1 para el estrato herbáceo

El estimador de riqueza aplicado CHAO 1 con un grado de correlación de 0,77 refleja que el muestreo aplicado es confiable, el esfuerzo de muestreo realizado es óptimo para encontrar las especies deseadas para el estrato herbáceo, mediante el programa EstimateS (Figura 6).



**Nota:** En el eje X se representa el esfuerzo de muestreo efectuado (n parcelas). El eje Y muestra el número de especies herbáceas registradas.

**Figura 6.** Curva de acumulación de la riqueza de especies, según el estimador no paramétrico Chao 1, para el estrato herbáceo.

#### 4.2.2. Parámetros estructurales del estrato herbáceo

Los parámetros estructurales del estrato herbáceo (Tabla 6), muestra que las especies más frecuentes son: *Peperomia* sp. (10 %), *Anthurium* sp. 1 (9,38 %) y *Polystichum dubium* (H. Karst.) Diels (8,75 %). Las especies más abundantes *Blechnum fragile* (Liebm.) C. V. Morton & Lellinger y *Polystichum dubium* (H. Karst.) Diels con (10, 11 %), y *Peperomia* sp. (9,46 %). Además, las especies ecológicamente más importantes son: *Peperomia* sp. (19,46 %), *Polystichum dubium* (H. Karst.) Diels con (18,86 %) y *Blechnum fragile* (Liebm.) C. V. Morton & Lellinger (17,61 %).

**Tabla 6.** Parámetros estructurales de especies representativas del estrato herbáceo.

Nombre Científico	n	FR (%)	DR (%)	IVI (%)
<i>Peperomia</i> sp.	44	10,00	9,46	19,46
<i>Polystichum dubium</i> (H. Karst.) Diels	47	8,75	10,11	18,86
<i>Blechnum fragile</i> (Liebm.) C. V. Morton & Lellinger	47	7,50	10,11	17,61
<i>Anthurium</i> sp. 1	33	9,38	7,10	16,47
<i>Asplenium hastatum</i> Klotzsch ex Kunze	28	7,50	6,02	13,52
<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L.f.) Druce	37	5,00	7,96	12,96
<i>Ageratina</i> sp.	29	6,25	6,24	12,49
<i>Elaphoglossum lloense</i> (Hook.) T. Moore	30	5,00	6,45	11,45
<i>Pilea</i> sp.	24	5,00	5,16	10,16
<i>Columnea strigosa</i> Benth.	22	3,75	4,73	8,48
<b>Total</b>	465	100	100	200

**Nota:** Número de individuos (n), Frecuencia relativa (FR); Densidad relativa (DR); Índice de valor de importancia simplificado (IVI). Datos completos Apéndice 3.

#### 4.2.3. Índices de diversidad para el estrato herbáceo

El índice de diversidad de Shannon - Wiener con un valor de 2,96 determina que el estrato herbáceo de la parcela permanente en el bosque andino del sector Cajanuma, tiene una diversidad florística media. El índice de Equitatividad de Pielou con un valor de 0,89 determina que el estrato herbáceo de sector Cajanuma, tiene una diversidad alta, que según la interpretación de Pielou refiere que es homogéneo en abundancia. Los cálculos de los índices de diversidad se detallan en el Apéndice 4.

#### 4.3. Endemismo y estado de conservación de las especies arbustivas y herbáceas registradas en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus

De las 60 especies registradas en el área de estudio, tres son endémicas para el Ecuador. De las cuales dos son arbustivas: *Chusquea falcata* L.G. Clark y *Miconia namandensis* Wurdack, que se encuentran en una categoría Vulnerable (VU), y una es herbácea *Centropogon hartwegii* (Benth.) Benth. & Hook.f. ex B. D. Jacks, que se encuentra En Peligro (EN) (Tabla7).

*Centropogon hartwegii*, se encuentra en el ecosistema páramo arbustivo en un rango altitudinal entre los 3 000 - 3 500 m s.n.m. Está única población, aunque localmente abundante, crece en las estribaciones del nudo de Sabanilla entre Loja y Yangana. La especie

está protegida dentro del Parque Nacional Podocarpus. Se encuentra amenazada por los incendios provocados por el hombre.

*Chusquea falcata*, localizada en el bosque andino alto entre los rangos altitudinales 2 000 - 3 500 m s.n.m. Se conocen nueve poblaciones. Apareta ser común en los bosques andinos húmedos de la cordillera oriental en Loja y Zamora Chinchipe hasta el sur del Azuay.

*Miconia namandensis*, se encuentra en el bosque andino alto hasta páramo con una altitud que oscila entre 1 500 - 3 500 m s.n.m. Especie registrada por cinco colecciones. La colección original es de Namanda, al sur de Loja. Fue colectada también en los alrededores de Saraguro y en la carretera Loja - Zamora.

**Tabla 7.** Endemismo y estado de conservación de las especies arbustivas y herbáceas registradas en la parcela permanente.

Nombre científico	Familia	Hábito de crecimiento	Categoría IUCN
<i>Chusquea falcata</i> L. G. Clark	Poaceae	Arbusto	VU
<i>Miconia namandensis</i> Wurdack	Melastomataceae	Arbusto	VU
<i>Centropogon hartwegii</i> (Benth.) Benth. & Hook.f. ex B. D. Jacks.	Campanulaceae	Hierba	EN

**Nota:** Unión Internacional para la Conservación (IUCN), Vulnerable (VU), En peligro (EN).

#### 4.4. Difusión de los resultados obtenidos a sectores sociales interesados para su aprendizaje y posterior aplicación.

Los resultados de la investigación fueron socializados en una conferencia virtual mediante la plataforma Zoom el día viernes 31 de julio del 2020 a las 15h00, a estudiantes del tercer ciclo (Dendrología) de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja. Al final de la conferencia se realizó una ronda de preguntas y respuestas sobre la temática en compañía del director de tesis (Apéndice 11).

Se entregó el documento final de la tesis a la Biblioteca de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja para su consulta de los interesados en la temática. Además, se elaboró un artículo científico intitulado “Diversidad florística, endemismo y estado de conservación de los componentes arbustivo y herbáceo de un bosque andino en el sur del Ecuador”.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1. Diversidad florística arbustiva en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus

En la parcela permanente de 1ha se establecieron 25 subparcelas de 25 m<sup>2</sup> para el estrato arbustivo, se registró 2 441 individuos, 32 especies y 10 familias botánicas; lo cual se contrasta con lo que manifiestan Aguirre et al. (2018) y Maldonado et al. (2018) que registraron un total de 35 y 24 especies respectivamente; mientras que en los estudios de Aguirre et al. (2017) y Aguirre et al. (2018) se registró una diversidad menor, con 15 y 13 especies. Según Malizia et al. (2020) la riqueza de especies varía en función del tamaño de la parcela, ésta es más alta en los trópicos (latitud) y disminuye con la elevación, enunciado que se contrasta con la investigación realizada en Cajanuma. A su vez, Ulloa y Jørgensen (1995), Yaguana et al. (2010) y Bravo (2014) mencionan que los bosques nublados de la zona suroccidental del PNP presentan una alta diversidad florística en relación a otros bosques de la región que está relacionada con la gran variación ecológica, influenciada por el declive de la cordillera de los Andes (vertientes oriental y occidental), que origina la depresión de Huancabamba y da origen a especies únicas del sitio.

Las familias más diversas en el estrato arbustivo fueron Rubiaceae, Melastomataceae y Piperaceae; lo que se corrobora con estudios de Yaguana et al. (2010), MAE (2013), Aguirre et al. (2017), Cardona-Duque et al. (2017), Loughlin et al. (2018) y Maldonado et al. (2018) que denominan a estas familias como características del bosque andino; por otra parte, Lozano y Bussmann (2005), Alvear et al. (2010) y MAE (2014) registraron las familias Melastomataceae y Asteraceae como las más diversas, lo que difiere con lo que reporta Avella y Ávila (2017) en su estudio, donde Rubiaceae, Ericaceae y Asteraceae son las más diversas.

#### 5.1.1. Parámetros estructurales del estrato arbustivo

En la parcela permanente en Cajanuma, las especies ecológicamente más importantes fueron *Rhipidocladum harmonicum*, *Miconia* sp. 2, *Piper* sp., *Miconia namandensis*, y *Meriania sanguinea*, resultados que difieren con estudios realizados por Aguirre et al. (2017) y Pinza (2018) quienes registraron a *Palicourea amethystina* y *Phenax laevigatus*, Además Aguirre et al. (2018) registraron a *Psychotria brachiata*, *Tetrorchidium andinum* y *Palicourea* sp.; así mismo Maldonado et al. (2018) registran a *Chamaedorea linearis* y *Philodendron* sp.

como especies importantes dentro de este estrato. Los datos registrados en la parcela permanente se corroboran con el reporte del MAE (2013) que indica que la presencia de *Chusquea* y *Rhipidocladum* (bambú) es característico de estos ecosistemas.

### **5.1.2. Índices de diversidad para el estrato arbustivo**

El estrato arbustivo en la parcela permanente en Cajanuma tiene una diversidad media, dato que se corrobora con lo reportado por Aguirre et al. (2017), y difiere con Lozano y Bussmann (2005) que determinaron una diversidad alta en los bosques montanos y páramos junto a zonas de deslizamientos del PNP, al igual que el estudio de Cortés-Ballén et al. (2010) donde determinaron una alta diversidad en un bosque andino de Chipaque (Colombia). Además se determinó en la parcela permanente un estrato ligeramente heterogéneo en abundancia, lo cual difiere con Pinza (2018) que reporta un estrato homogéneo en abundancia, que refiere una alta diversidad.

## **5.2. Diversidad florística herbácea en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus**

En la parcela permanente de 1ha se establecieron 25 subparcelas de 4 m<sup>2</sup> para el estrato herbáceo, se registró 465 individuos, 28 especies y 19 familias botánicas; lo que difiere con lo reportado por Aguirre et al. (2018), Maldonado et al. (2018) y Yaguana et al. (2010) que registran 24, 17 y 13 especies, respectivamente. En relación con lo encontrado en Cajanuma, Llatas-Quiroz y López-Mesones (2005), Lozano y Bussmann (2005), Juárez et al. (2005) y MAE (2013) registran en sus estudios a las hierbas como la forma de vida predominante en este ecosistema.

Las familias más diversas en el estrato herbáceo fueron Dryopteridaceae, Aspleniaceae, Campanulaceae, Araceae y Blechnaceae, dato similar al reportado por Yaguana et al. (2010) y Maldonado et al. (2018); sin embargo, difieren con lo reportado por Eguiguren et al. (2010) y Urgilés et al. (2018) que mencionan a Ericaceae y Asteraceae como las más diversas; asimismo, Lozano y Bussmann (2005) reportan a Violaceae, Cyperaceae, Poaceae, Blechnaceae y Lycopodiaceae como las familias más diversas en este estrato.

### **5.2.1. Parámetros estructurales del estrato herbáceo**

En la parcela permanente en Cajanuma, se registró como especies ecológicamente más importantes a *Polystichum dubium* y *Blechnum fragile*; en contraste, Maldonado et al. (2018), Pinza (2018) y Urgiles et al. (2018) determinan varios helechos como especies más importantes *Elaphoglossum latifolium*, *Blechnum occidentale*, y *Blechnum cordatum*, respectivamente; asimismo, Loughlin et al. (2018) determinaron la presencia de abundantes epífitas y helechos (Pteridophytas) en el flanco andino oriental en Vinillos (Napo), al igual que Álvarez et al. (2007) en los Andes colombianos y Llatas-Quiroz y López-Mesones (2005) en los bosques relictos de Kañaris (Perú). Es así que, el Ecuador es el país con mayor concentración de especies de helechos por unidad de área en el mundo (MAE, 2013; Bravo, 2014) y la mayor diversidad se encuentra en los bosques de los flancos externos de la cordillera de los Andes (Ulloa y Jørgensen, 1995; Bravo, 2014).

Además, se registró en la parcela permanente a *Peperomia* sp como una especie predominante en este ecosistema, lo que se contrasta con lo reportado por Avella y Ávila (2017); y difiere con Maldonado et al. (2018) que registran a *Peperomia blanda*, y Pinza (2018) que menciona a *Peperomia obtusifolia*.

### **5.2.2. Índices de diversidad para el estrato herbáceo**

El estrato herbáceo de la parcela permanente en Cajanuma, tiene una diversidad media, lo que difiere con Lozano y Bussmann (2005), Eguiguren et al. (2010) y Urgiles et al. (2018) que reportaron una diversidad alta; por otra parte Pinza (2018) registra una diversidad baja para este estrato. El índice de Equitatividad de Pielou determina un ecosistema homogéneo en abundancia, que refiere una diversidad florística alta, similar a lo reportado por Urgiles et al. (2018), y difiere con Pinza (2018) que reporta en su estudio un estrato herbáceo ligeramente heterogéneo en abundancia de especies.

### **5.3. Endemismo y estado de conservación de las especies arbustivas y herbáceas registradas en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus**

En la parcela permanente (1 ha) en el sector Cajanuma se registró a las especies arbustivas: *Chusquea falcata* y *Miconia namandensis* que son endémicas para el Ecuador y se

encuentran en la categoría Vulnerable, resultado que difiere con Pinza (2018) que registra en una parcela permanente (1 ha) de bosque andino del PUFVC a la especie *Ageratina dendroides* en la categoría Vulnerable.

Dentro del estrato herbáceo de la parcela permanente (1 ha) en Cajanuma, se registró a *Centropogon hartwegii* en la categoría En Peligro, lo que se contrasta con Lozano que reporta en su estudio a esta especie dentro de la categoría Vulnerable en el 2004, lo que refiere un estado de alerta para la conservación de esta especie pues registra su única población dentro del Parque.

## 6. CONCLUSIONES

Los componentes arbustivo y herbáceo que crecen y se desarrollan en el bosque andino, sector Cajanuma, del Parque Nacional Podocarpus, son florísticamente diversos, debido a la gran variación ecológica influenciada por la presencia de la cordillera de los Andes y factores climáticos como la temperatura y humedad atmosférica.

La diversidad florística de la parcela permanente en Cajanuma, PNP, es de 60 especies: 32 arbustivas y 28 herbáceas, dentro de 29 familias botánicas, con 2906 individuos. Las familias representativas son: Rubiaceae, Melastomataceae y Piperaceae, dentro del estrato arbustivo; y Dryopteridaceae, Aspleniaceae y Campanulaceae en el estrato herbáceo.

Las especies ecológicamente más importantes son: *Rhipidocladum harmonicum*, *Miconia* sp. 2 y *Piper* sp., en el estrato arbustivo; y *Peperomia* sp., *Polystichum dubium* y *Blechnum fragile* en el estrato herbáceo.

Las especies endémicas para el Ecuador registradas en el presente estudio fueron: *Chusquea falcata* L.G. Clark y *Miconia namandensis* Wurdack, que se encuentran en categoría Vulnerable (VU), y *Centropogon hartwegii* (Benth.) Benth. & Hook.f. ex B. D. Jacks, que se encuentra En Peligro (EN).

## **7. RECOMENDACIONES**

Monitorear de forma permanente la parcela del sector Cajanuma, en especial en la etapa de floración de las especies para coleccionar muestras fértiles, que permitan la identificación botánica de las especies que están registradas solo a nivel de género y, así completar su información taxonómica.

Conservar y proteger el bosque andino del PNP, debido a su alta diversidad florística, alto endemismo y por el riesgo que presentan las especies endémicas arbustivas y herbáceas registradas. Con ello también se protege la riqueza de fauna vertebrada presente en este ecosistema, en especial la diversidad de Aves.

Los resultados obtenidos en la presente investigación, deben ser considerados como base para posteriores estudios, y para planificación de estrategias de manejo y conservación de la biodiversidad.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguirre Mendoza, Z. (2019). Métodos para medir la Biodiversidad (1ª ed.). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

Aguirre Mendoza, Z., Aguirre Mendoza, N., y Muñoz Ch, J. (2017). Biodiversidad de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 523-542.  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v24n2/a06v24n2.pdf>

Aguirre Mendoza, Z., Celi Delgado, H., y Herrera Herrera, C. (2018). Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(3), 923-938. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2413-32992018000300006&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992018000300006&lng=es&nrm=iso)

Aguirre Mendoza, Z., Quizhpe, W., y Pinza, D. (2018). Estimación del carbono acumulado en una parcela permanente de bosque andino en el Parque Universitario Francisco Vivar Castro, Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(3), 939-952.  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v25n3/a07v25n3.pdf>

Aguirre Mendoza, Z., Reyes Jiménez, B., Quizhpe Coronel, W., y Cabrera, A. (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. *Arnaldoa*, 24(2), 543-556.  
<http://www.scielo.org.pe/pdf/arnal/v24n2/a07v24n2.pdf>

Aguirre Mendoza, Z., y Aguirre, C. (2010). Las plantas vasculares como indicadores de la calidad y problemas de los ecosistemas. *Ecología Forestal*, 1(1), 125-138.

Álvarez, E., Cogollo, Á., Melo, O., Rojas, E., Sánchez, D., Velásquez, O., Jiménez, E., Benitez, D., Velásquez, C., Serna, M., Pérez, J., Cardona, F., y Devia, W. (2007). Monitoreo de los Andes colombianos (2.000-3.000 msnm) a través del establecimiento de parcelas permanentes .En: D. Armenteras, y N. Rodríguez. (Eds.), *Monitoreo de los ecosistemas andinos 1985-2005: Síntesis y perspectivas* (pp.75-89). Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C. Colombia.  
[https://www.researchgate.net/publication/272825434\\_Monitoreo\\_de\\_los\\_Andes\\_colombianos\\_2000-3000\\_con\\_parcelas\\_permanentes\\_p\\_76-90](https://www.researchgate.net/publication/272825434_Monitoreo_de_los_Andes_colombianos_2000-3000_con_parcelas_permanentes_p_76-90)

Alvear, M., Betancur, J., y Franco-Rosselli, P. (2010). Diversidad florística y estructura de remanentes de bosque andino en la zona de amortiguación del Parque Nacional Natural los Nevados, Cordillera Central Colombiana. *Caldasia*, 32(1).  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/view/36193>

Avella, A., y Ávila, F. (2017). La flora vascular de los bosques de roble (fagaceae) en colombia: aproximación inicial. En: O. Rangel (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica XV: Los bosques de robles (Fagaceae) en Colombia. Composición florística, estructura, diversidad y conservación*. Universidad Nacional de Colombia, Instituto de Ciencias Naturales, (1ª ed., pp. 261-286).  
[https://www.researchgate.net/publication/326681333\\_LA\\_FLORA\\_VASCULAR\\_DE\\_LOS\\_BOSQUES\\_DE\\_ROBLE\\_FAGACEAE\\_EN\\_COLOMBIA\\_APROXIMACION\\_INICIAL](https://www.researchgate.net/publication/326681333_LA_FLORA_VASCULAR_DE_LOS_BOSQUES_DE_ROBLE_FAGACEAE_EN_COLOMBIA_APROXIMACION_INICIAL)

Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2).  
<https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/33>

- Bokkestijn, A. (2017). Gestión y valorización de paisajes de Bosques Andinos para la mitigación y adaptación al Cambio Climático: Aprendizajes y desafíos. En E. Quintero-Vallejo, A. M. Benavides, N. Moreno, y S. Gonzalez-Caro (Eds.), *Bosques Andinos: estado actual y retos para su conservación en Antioquia*, (1ª ed., pp. 29-35). Medellín, Colombia: Fundación Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe-Programa Bosques Andinos (COSUDE).  
[https://observatoriobosquesantioquia.org/Portals/0/PDF/Libro\\_Bosques\\_Andinos\\_2018.pdf](https://observatoriobosquesantioquia.org/Portals/0/PDF/Libro_Bosques_Andinos_2018.pdf)
- Bravo Velásquez, E. (2014). *La biodiversidad en el Ecuador*. Abya-Yala/UPS.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6788/1/La%20Biodiversidad.pdf>
- Bussmann, R. W. (2005). Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 203-216.  
[http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1727-99332005000200006&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332005000200006&lng=es&tlng=en)
- Campos, J. (2020). *Metodologías de Muestreo de la Diversidad Florística* [Trabajo de monografía, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio digital  
[http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3767/M016\\_44153893\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3767/M016_44153893_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cardona-Duque, J., Bota-Sierra, C. A., Correa-Carmona, Y., Flórez-V, C., Girón, J. C., Vélez-Bravo, A., y Wolff, M. (2017). Estado del conocimiento de insectos en los Bosques Andinos de Antioquía. En E. Quintero-Vallejo, A. M. Benavides, N. Moreno, y S. González-Caro (Eds.), *Bosques Andinos: estado actual y retos para su conservación en Antioquia*, (1ª ed., pp. 241-262). Medellín, Colombia: Fundación

Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe-Programa Bosques Andinos (COSUDE).

[https://observatoriobosquesantioquia.org/Portals/0/PDF/Libro\\_Bosques\\_Andinos\\_2018.pdf](https://observatoriobosquesantioquia.org/Portals/0/PDF/Libro_Bosques_Andinos_2018.pdf)

Celi Delgado, H. (2018). *Estructura y Composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe-Ecuador* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital DSpace.

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20384/1/Hermel%20Alcibar%20Celi%20Delgado.pdf>

Cofre Betancourt, D. (2016). *Composición florística, estructura y estimación de la biomasa vegetal de los páramos de Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital DSpace.

<http://dspace.unl.edu.ec:9001/jspui/bitstream/123456789/9900/1/Daniel%20Rodrigo%20Cofre%20Betancourt.pdf>

Cortés-Ballén, L., Camacho-Ballesteros, S., & Matoma-Cardona, M. (2020). Estudio de la composición y estructura del bosque andino localizado en Potrero Grande, Chipaque (Colombia). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1).

<https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1483>

De la Torre, L., Muriel, P., y Balslev, H. (2006). Etnobotánica en los Andes del Ecuador. *Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz,* 246-267.

[https://www.researchgate.net/profile/Priscilla\\_Muriel/publication/228584502\\_Etnobot](https://www.researchgate.net/profile/Priscilla_Muriel/publication/228584502_Etnobot)

[anica en los Andes del Ecuador/links/0deec51dfe775411db000000/Etnobotanica-en-los-Andes-del-Ecuador.pdf](http://www.inec.org.ec/links/0deec51dfe775411db000000/Etnobotanica-en-los-Andes-del-Ecuador.pdf)

Eguiguren, P., Ojeda, T., y Aguirre Mendoza, N. (2010). Diversidad florística del ecosistema Páramo del Parque Nacional Podocarpus para el monitoreo del cambio climático. *Ecología Forestal*, 1(1), 7-18.

Ferro-Díaz, J. (2015). Manual revisado de métodos útiles en el muestreo y análisis de la vegetación. *Centro de Investigaciones y Servicios Ambientales (ECOVIDA)*, 5(1), 139-186. <http://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/download/72/137>

GreenFacts. (2019). Lista Roja UICN: Definición. Recuperado el 06 de diciembre del 2019 de <https://www.greenfacts.org/es/glosario/jkl/lista-roja-uicn.htm>

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2002). *Cambio climático y biodiversidad*. Documento técnico V del IPCC, 93 pp. <https://archive.ipcc.ch/pdf/technical-papers/climate-changes-biodiversity-sp.pdf>

Instituto de Ecología Aplicada y Ministerio del Ambiente. (2007). Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador. <https://www.cuyabenolodge.com/national-parks/introduccion-areas-protegidas-ecuador.pdf>

Jiménez-Valverde, A., y Hortal, J. (2003). Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología*, 8, 151-161. [http://jhortal.com/pubs/2003-Jimenez-Valverde&Hortal\\_Rev\\_Ib\\_Aracnol.pdf](http://jhortal.com/pubs/2003-Jimenez-Valverde&Hortal_Rev_Ib_Aracnol.pdf)

- Juárez, Ana M., Ayasta, José E., Aguirre, Roxana P., & Rodríguez, Eric F.. (2005). La Oscurana (Cajamarca), un bosque relicto más para conservar en las vertientes occidentales andinas del norte del Perú. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 289-298. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v12n2/v12n2a12.pdf>
- Lamprecht, H. (1990). *Silvicultura en los trópicos*. En A. Carrillo (trad.). República Federal Alemana. (GTZ) GmbH, pp. 335.
- León-Yáñez, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa Ulloa, C., y Navarrete, H. (Eds.). (2011). *Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador* (2ª ed.). Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad del Ecuador, Quito.
- Llatas-Quiroz, Santos, & López-Mesones, Mario. (2005). Bosques montanos-relictos en Kañaris (Lambayeque, Perú). *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 299-308. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v12n2/v12n2a13.pdf>
- Loughlin, N. J., Gosling, W. D., Coe, A. L., Gulliver, P., Mothes, P., & Montoya, E. (2018). Landscape-scale drivers of glacial ecosystem change in the montane forests of the eastern Andean flank, Ecuador. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 489, 198-208. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2017.10.011>
- Lozano P., Delgado, T., y Aguirre Mendoza, Z. (2004). Endemism as a tool for conservation. Podocarpus National Park a case study [Endemismo una herramienta para la Conservación. Parque Nacional Podocarpus un caso de estudio]. *Lyonia*, 6(2), 44-53. [https://www.lyonia.org/articles/rbusmann/article\\_265/pdf/article.pdf](https://www.lyonia.org/articles/rbusmann/article_265/pdf/article.pdf)
- Lozano, P., Bussmann, R. W., y Küppers, M. (2007). Diversidad florística del bosque montano en el Occidente del Parque Nacional Podocarpus, Sur del Ecuador y su

- influencia en la flora pionera en deslizamientos naturales. *Revista Científica UDO Agrícola*, 7(1), 142-159. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/2550667.pdf>
- Lozano, P., Küppers, M., y Bussmann, R. W. (2007). Influencia de los bosques montanos como regeneradores de áreas antrópicas perturbadas. *Arnaldoa*, 14(1), 111-122. [https://www.researchgate.net/publication/259066781\\_Influencia\\_de\\_los\\_bosques\\_montanos\\_como\\_regeneradores\\_de\\_areas\\_antropicas\\_perturbadas](https://www.researchgate.net/publication/259066781_Influencia_de_los_bosques_montanos_como_regeneradores_de_areas_antropicas_perturbadas) [The role of montane forests as source for the regeneration of anthropogenically disturbed areas](https://www.researchgate.net/publication/259066781_Influencia_de_los_bosques_montanos_como_regeneradores_de_areas_antropicas_perturbadas)
- Lozano, P., y Bussmann, R. (2005). Importancia de los deslizamientos en el Parque Nacional Podocarpus, Loja, Ecuador. *Revista Peruana de Biología*, 12(2), 195-202. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rpb/v12n2/v12n2a05.pdf>
- Maldonado Ojeda, S., Herrera Herrera, C., Gaona Ochoa, T., y Aguirre Mendoza, Z. (2018). Estructura y composición florística de un bosque siempreverde montano bajo en Palanda, Zamora Chinchipe, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(2), 615-630. [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2413-32992018000200016&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2413-32992018000200016&lng=es&nrm=iso)
- Malizia, A., Blundo, C., Carilla, J., Osinaga Acosta, O., Cuesta, F., Duque, A., Aguirre, N., Aguirre, Z., Ataroff, M., Baez, S., Calderón-Loor, M., Cayola, L., Cayuela, L., Ceballos, S., Cedillo, H., Farfán Ríos, W., Feeley, K. J., Fuentes, A. F., Gámez Álvarez, L. E.,...& Young, K. J. (2020). Elevation and latitude drives structure and tree species composition in Andean forests: Results from a large-scale plot network. *PloS one*, 15(4), e0231553 <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0231553>
- Ministerio del Ambiente. (2013). Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.

Ministerio del Ambiente. (2014). Plan de Manejo del Parque Nacional Podocarpus. <http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/Plan%20de%20Manejo%20Podocarpus%2017abril2014%20FIN.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2015). Parque Nacional Podocarpus. Descripción. <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/parque-nacional-podocarpus>

Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (1ª ed., Vol. 1., 84 pp.). M&T–Manuales y Tesis SEA: Zaragoza. <http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858. [http://planet.botany.uwc.ac.za/nisl/Conservation%20Biology/Chapter1\\_bak/articles/Meyers%20et%20al%202000.pdf](http://planet.botany.uwc.ac.za/nisl/Conservation%20Biology/Chapter1_bak/articles/Meyers%20et%20al%202000.pdf)

Pinza Ochoa, D. (2018). *Estimación del carbono acumulado en el estrato arbustivo, herbáceo y necromasa en una parcela permanente del bosque andino del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital DSpace. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/21492/1/DARWIN%20JASMAN%20PINZA%20OCHOA.pdf>

Reyes Jiménez, B. (2017). *Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso del bosque montano del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja, Ecuador* [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital DSpace.

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/18827/1/BYRON%20RAMIRO%20REYES%20JIMENEZ.pdf>

Rivera J. (2007). Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. Parque Nacional Podocarpus, 185-192. En: ECOLAP y MAE. <https://www.parks-and-tribes.com/national-parks/parque-nacional-podocarpus/parque-nacional-podocarpus.pdf>

Simula, M., y Mansur, E. (2012). Un desafío mundial que reclama una respuesta local. *Unasylya: revista internacional de silvicultura e industrias forestales*, (238), 3-7. <http://www.fao.org/3/i2560s/i2560s01.pdf>

Smith, T., y Smith, R. (2007). *Ecología* (6ª ed., 775 pp.). Pearson Educación, S. A.: Madrid [https://www.academia.edu/30913575/Ecolog%C3%ADa\\_6ed\\_Smith\\_PDF](https://www.academia.edu/30913575/Ecolog%C3%ADa_6ed_Smith_PDF)

Tejedor Garavito, N., Álvarez, E., Arango Caro, S., Araujo Murakami, A., Blundo, C., Boza Espinoza, T. E., La Torre Cuadros, M.A., Gaviria, J., Gutiérrez, N., Jørgensen, P.M., León, B., López Camacho, R., Malizia, L., Millán, B., Moraes, M., Pacheco, S., Rey Benayas, J.M., Reynel, C., Timaná de la Flor, M., Ulloa Ulloa, C., Vacas Cruz, O., y Newton, A.C. (2012). Evaluación del estado de conservación de los bosques montanos en los Andes tropicales. *Revista Ecosistemas*, 21(1-2), 148-166. <https://revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/34>

Tiede, Y., Homeier, J., Cumbicus, N., Peña, J., Albrecht, J., Ziegenhagen, B., Bendix, J., Brandl, R., & Farwig, N. (2016). Phylogenetic niche conservatism does not explain elevational patterns of species richness, phylodiversity and family age of tree assemblages in Andean rainforest. *Erdkunde*, 70(1), 83-106. <https://pdfs.semanticscholar.org/6fdb/4abdcd7c66b32d04c680095168770be74cf2.pdf>

- Tobón, C. (2009). Los bosques andinos y el agua. Serie investigación y sistematización #4. Programa Regional para la Gestión Social de Ecosistemas Forestales Andinos ECOBONA-INTERCOOPERATION, CONDESAN. Quito.  
<http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2016/08/b6a77b5786ffc08556b4861b514e76d6.pdf>
- Ulloa Ulloa, C. (2019). Guías de plantas: ECUADOR.  
<http://www.missouribotanicalgarden.org/Portals/0/staff/PDFs/ulloa/Ecuador.pdf>
- Ulloa Ulloa, C., y Jørgensen, P. M. (1995). *Árboles y arbustos de los Andes del Ecuador* (2ª ed., pp. 7-53). Quito, Ecuador: ABYA-YALA.
- Urgilés, N. (2018). Diversidad de plantas, estructura de la comunidad y biomasa aérea en un páramo del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 8(1).  
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/403/345>
- Yaguana, C., Lozano, D., y Aguirre Mendoza, Z. (2010). Diversidad florística y estructura del bosque nublado en el Sur Occidente del Parque Nacional Podocarpus. *Ecología Forestal*, 1(1), 47-60.

## 9. APÉNDICES

**Apéndice 1.** Parámetros estructurales del estrato arbustivo en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.

Nº	Nombre Científico	n	FR (%)	DR (%)	IVI (%)
1	<i>Besleria reticulata</i> Fritsch	4	1,33	0,16	1,49
2	<i>Chusquea falcata</i> L. G. Clark	60	7,08	2,46	9,54
3	<i>Deprea</i> sp.	11	3,10	0,45	3,55
4	<i>Faramea coerulescens</i> K. Schum. & K. Krause	5	1,33	0,20	1,53
5	<i>Larnax sachapapa</i> Hunz.	1	0,44	0,04	0,48
6	<i>Meriania sanguinea</i> Wurdack	89	7,08	3,65	10,73
7	<i>Miconia</i> sp. 1	24	1,33	0,98	2,31
8	<i>Miconia</i> sp. 2	322	11,06	13,19	24,25
9	<i>Miconia</i> sp. 3	7	0,88	0,29	1,17
10	<i>Miconia</i> sp. 4	2	0,88	0,08	0,97
11	<i>Miconia namandensis</i> Wurdack	93	7,96	3,81	11,77
12	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	21	1,33	0,86	2,19
13	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	59	5,75	2,42	8,17
14	<i>Munnozia</i> sp.	1	0,44	0,04	0,48
15	<i>Palicourea lobbii</i> Standl.	17	1,33	0,70	2,02
16	<i>Palicourea lyristipula</i> Wernham	70	7,08	2,87	9,95
17	<i>Palicourea</i> sp. 1	7	1,33	0,29	1,61
18	<i>Palicourea</i> sp. 2	5	0,44	0,20	0,65
19	<i>Palicourea</i> sp. 3	1	0,44	0,04	0,48
20	<i>Palicourea</i> sp. 4	1	0,44	0,04	0,48
21	<i>Palicourea</i> sp. 5	2	0,44	0,08	0,52
22	<i>Palicourea</i> cf. <i>calycina</i> Benth.	36	4,42	1,47	5,90
23	<i>Pilea myriantha</i> Killip	23	3,10	0,94	4,04
24	<i>Piper</i> sp.	94	9,29	3,85	13,14
25	<i>Piper asperiusculum</i> Kunth	11	0,88	0,45	1,34
26	<i>Piper</i> cf. <i>barbatum</i> Kunth	3	0,88	0,12	1,01
27	<i>Piper</i> cf. <i>brevispicum</i> C. DC.	25	4,42	1,02	5,45
28	<i>Piper pubinervulum</i> C. DC.	6	2,21	0,25	2,46
29	<i>Rhipidocladum harmonicum</i> (Parodi) McClure	1433	11,06	58,71	69,77
30	<i>Rubus</i> sp.	2	0,44	0,08	0,52
31	<i>Semiramisia speciosa</i> (Benth.) Klotzsch	4	0,88	0,16	1,05
32	<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	2	0,88	0,08	0,97
<b>Total</b>		<b>2441</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

**Nota:** Número de individuos (n), frecuencia relativa (FR); Densidad relativa (DR); índice de valor de importancia simplificado (IVI).

**Apéndice 2.** Índice de Shannon y de Equitatividad de Pielou del componente arbustivo en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.

N°	Nombre Científico	n	Pi (n/N)	LnPi	Pi LnPi
1	<i>Besleria reticulata</i> Fritsch	4	0,0016	-6,4139	-0,0105
2	<i>Chusquea falcata</i> L. G. Clark	60	0,0246	-3,7058	-0,0911
3	<i>Deprea</i> sp.	11	0,0045	-5,4023	-0,0243
4	<i>Faramea coerulescens</i> K. Schum. & K. Krause	5	0,0020	-6,1907	-0,0127
5	<i>Larnax sachapapa</i> Hunz.	1	0,0004	-7,8002	-0,0032
6	<i>Meriania sanguinea</i> Wurdack	89	0,0365	-3,3115	-0,1207
7	<i>Miconia</i> sp. 1	24	0,0098	-4,6221	-0,0454
8	<i>Miconia</i> sp. 2	322	0,1319	-2,0256	-0,2672
9	<i>Miconia</i> sp. 3	7	0,0029	-5,8543	-0,0168
10	<i>Miconia</i> sp. 4	2	0,0008	-7,1070	-0,0058
11	<i>Miconia namandensis</i> Wurdack	93	0,0381	-3,2676	-0,1245
12	<i>Miconia lutescens</i> (Bonpl.) DC.	21	0,0086	-4,7556	-0,0409
13	<i>Miconia obscura</i> (Bonpl.) Naudin	59	0,0242	-3,7226	-0,0900
14	<i>Munnozia</i> sp.	1	0,0004	-7,8002	-0,0032
15	<i>Palicourea lobbii</i> Standl.	17	0,0070	-4,9669	-0,0346
16	<i>Palicourea lyrastipula</i> Wernham	70	0,0287	-3,5517	-0,1019
17	<i>Palicourea</i> sp. 1	7	0,0029	-5,8543	-0,0168
18	<i>Palicourea</i> sp. 2	5	0,0020	-6,1907	-0,0127
19	<i>Palicourea</i> sp. 3	1	0,0004	-7,8002	-0,0032
20	<i>Palicourea</i> sp. 4	1	0,0004	-7,8002	-0,0032
21	<i>Palicourea</i> sp. 5	2	0,0008	-7,1070	-0,0058
22	<i>Palicourea</i> cf. <i>calycina</i> Benth.	36	0,0147	-4,2166	-0,0622
23	<i>Pilea myriantha</i> Killip	23	0,0094	-4,6647	-0,0440
24	<i>Piper</i> sp.	94	0,0385	-3,2569	-0,1254
25	<i>Piper asperiusculum</i> Kunth	11	0,0045	-5,4023	-0,0243
26	<i>Piper</i> cf. <i>barbatum</i> Kunth	3	0,0012	-6,7016	-0,0082
27	<i>Piper</i> cf. <i>brevispicum</i> C. DC.	25	0,0102	-4,5813	-0,0469
28	<i>Piper pubinervulum</i> C. DC.	6	0,0025	-6,0084	-0,0148
29	<i>Rhipidocladum harmonicum</i> (Parodi) McClure	1433	0,5871	-0,5326	-0,3127
30	<i>Rubus</i> sp.	2	0,0008	-7,1070	-0,0058
31	<i>Semiramisia speciosa</i> (Benth.) Klotzsch	4	0,0016	-6,4139	-0,0105
32	<i>Solanum barbulatum</i> Zahlbr.	2	0,0008	-7,1070	-0,0058
<b>H= - ∑<sub>i=1</sub><sup>S</sup>(Pi)(Ln Pi)</b>					<b>1,7</b>
<b>E=H/Ln(32)</b>					<b>0,49</b>

**Nota:** Número de individuos (n), proporción del número total de individuos que constituye la especie (Pi), logaritmo natural (Ln).

**Apéndice 3.** Parámetros estructurales del estrato herbáceo en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.

N°	Nombre Científico	n	FR (%)	DR (%)	IVI (%)
1	<i>Ageratina</i> sp.	29	6,25	6,24	12,49
2	<i>Alternanthera brasiliana</i> (L.) Kuntze	5	1,88	1,08	2,95
3	<i>Anthurium</i> sp. 1	33	9,38	7,10	16,47
4	<i>Anthurium</i> sp. 2	1	0,63	0,22	0,84
5	<i>Asplenium</i> cf. <i>theciferum</i> (Kunth) Mett.	15	1,25	3,23	4,48
6	<i>Asplenium hastatum</i> Klotzsch ex Kunze	28	7,50	6,02	13,52
7	<i>Asplenium sessilifolium</i> Desv.	3	0,63	0,65	1,27
8	<i>Begonia urticae</i> L.f.	14	2,50	3,01	5,51
9	<i>Blechnum fragile</i> (Liebm.) C. V. Morton & Lellinger	47	7,50	10,11	17,61
10	<i>Blechnum lima</i> Rosenst.	15	3,75	3,23	6,98
11	<i>Calceolaria</i> cf. <i>lojensis</i> Pennell	10	2,50	2,15	4,65
12	<i>Centropogon</i> sp.	3	1,25	0,65	1,90
13	<i>Centropogon erianthus</i> (Benth.) Benth. & Hook.f. ex Drake	9	2,50	1,94	4,44
14	<i>Centropogon hartwegii</i> (Benth.) Benth. & Hook.f. ex B. D. Jacks.	2	1,25	0,43	1,68
15	<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	22	3,75	4,73	8,48
16	<i>Ctenitis</i> sp.	9	2,50	1,94	4,44
17	<i>Elaphoglossum</i> cf. <i>guamanianum</i> (Sodirol) C. Chr.	10	2,50	2,15	4,65
18	<i>Elaphoglossum lloense</i> (Hook.) T. Moore	30	5,00	6,45	11,45
19	<i>Greigia mulfordii</i> var. <i>mulfordii</i> L. B. Sm.	8	3,13	1,72	4,85
20	<i>Ichnanthus</i> sp.	4	0,63	0,86	1,49
21	<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L.f.) Druce	37	5,00	7,96	12,96
22	<i>Oxalis</i> cf. <i>tabaconasensis</i> R. Knuth	5	1,25	1,08	2,33
23	<i>Peperomia</i> sp.	44	10,00	9,46	19,46
24	<i>Pilea</i> sp.	24	5,00	5,16	10,16
25	<i>Polystichum dubium</i> (H. Karst.) Diels	47	8,75	10,11	18,86
26	<i>Serjania</i> sp.	5	1,88	1,08	2,95
27	<i>Thelypteris</i> sp.	4	1,25	0,86	2,11
28	<i>Uncinia hamata</i> (Sw.) Urb.	2	0,63	0,43	1,06
<b>Total</b>		<b>465</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>200</b>

**Nota:** Número de individuos (n), frecuencia relativa (FR); Densidad relativa (DR); índice de valor de importancia simplificado (IVI).

**Apéndice 4.** Índice de Shannon y de Equitatividad de Pielou del componente herbáceo en una parcela permanente en el sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.

Nº	Nombre Científico	n	Pi (n/N)	LnPi	Pi LnPi
1	<i>Ageratina</i> sp.	29	0,0624	-2,7747	-0,1730
2	<i>Alternanthera brasiliiana</i> (L.) Kuntze	5	0,0108	-4,5326	-0,0487
3	<i>Anthurium</i> sp. 1	33	0,0710	-2,6455	-0,1877
4	<i>Anthurium</i> sp. 2	1	0,0022	-6,1420	-0,0132
5	<i>Asplenium</i> cf. <i>theciferum</i> (Kunth) Mett.	15	0,0323	-3,4340	-0,1108
6	<i>Asplenium hastatum</i> Klotzsch ex Kunze	28	0,0602	-2,8098	-0,1692
7	<i>Asplenium sessilifolium</i> Desv.	3	0,0065	-5,0434	-0,0325
8	<i>Begonia urticae</i> L.f.	14	0,0301	-3,5030	-0,1055
9	<i>Blechnum fragile</i> (Liebm.) C. V. Morton & Lellinger	47	0,1011	-2,2919	-0,2317
10	<i>Blechnum lima</i> Rosenst.	15	0,0323	-3,4340	-0,1108
11	<i>Calceolaria</i> cf. <i>lojensis</i> Pennell	10	0,0215	-3,8395	-0,0826
12	<i>Centropogon</i> sp.	3	0,0065	-5,0434	-0,0325
13	<i>Centropogon erianthus</i> (Benth.) Benth. & Hook.f. ex Drake	9	0,0194	-3,9448	-0,0764
14	<i>Centropogon hartwegii</i> (Benth.) Benth. & Hook.f. ex B. D. Jacks.	2	0,0043	-5,4489	-0,0234
15	<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	22	0,0473	-3,0510	-0,1443
16	<i>Ctenitis</i> sp.	9	0,0194	-3,9448	-0,0764
17	<i>Elaphoglossum</i> cf. <i>guamanianum</i> (Sodirol) C. Chr.	10	0,0215	-3,8395	-0,0826
18	<i>Elaphoglossum lloense</i> (Hook.) T. Moore	30	0,0645	-2,7408	-0,1768
19	<i>Greigia mulfordii</i> var. <i>mulfordii</i> L. B. Sm.	8	0,0172	-4,0626	-0,0699
20	<i>Ichnanthus</i> sp.	4	0,0086	-4,7557	-0,0409
21	<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L.f.) Druce	37	0,0796	-2,5311	-0,2014
22	<i>Oxalis</i> cf. <i>tabaconasensis</i> R. Knuth	5	0,0108	-4,5326	-0,0487
23	<i>Peperomia</i> sp.	44	0,0946	-2,3578	-0,2231
24	<i>Pilea</i> sp.	24	0,0516	-2,9640	-0,1530
25	<i>Polystichum dubium</i> (H. Karst.) Diels	47	0,1011	-2,2919	-0,2317
26	<i>Serjania</i> sp.	5	0,0108	-4,5326	-0,0487
27	<i>Thelypteris</i> sp.	4	0,0086	-4,7557	-0,0409
28	<i>Uncinia hamata</i> (Sw.) Urb.	2	0,0043	-5,4489	-0,0234
<b>H= - ∑<sub>i=1</sub><sup>S</sup>(Pi)(Ln Pi)</b>					<b>2,96</b>
<b>E=H/Ln(28)</b>					<b>0,49</b>

**Nota:** Número de individuos (n), proporción del número total de individuos que constituye la especie (Pi), logaritmo natural (Ln).

**Apéndice 5.** Instalación de subparcelas en Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus.



**Apéndice 6.** Instalación de subparcelas para registro de especies herbáceas.



**Apéndice 7.** Colección e identificación *in situ* de muestras botánicas.



**Apéndice 8.** Prensado y secado de muestras botánicas.



**Apéndice 9.** Identificación de especies en el Herbario LOJA.



**Apéndice 10.** Especies endémicas del Parque Nacional Podocarpus.



*Centropogon hartwegii* (Benth.) Benth. & Hook.f. ex B. D. Jacks



*Chusquea falcata* L.G. Clark



*Miconia namandensis* Wurdack

**Apéndice 11.** Socialización de resultados al grupo de estudiantes del tercer ciclo (Dendrología) de la carrera de Ingeniería Forestal, de la Universidad Nacional de Loja.

