



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

**ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS
NATURALES RENOVABLES
CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL**

Composición florística, estructura y
estimación de la biomasa vegetal de
los páramos de Cajanuma, Parque
Nacional Podocarpus

Tesis de Grado Previa a la
Obtención del Título de:
INGENIERO FORESTAL

AUTOR:

Daniel Rodrigo Cofre Betancourt

DIRECTOR:

Ing. Narcisa Urgiles Gómez Ph.D

ASESOR:

Ing. Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D

Loja – Ecuador

Marzo, 2016

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

Narcisa Urgiles Gómez, Ph.D

CERTIFICA:

En calidad de directora de la Tesis titulada **“COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA VEGETAL DE LOS PÁRAMOS DE CAJANUMA, PARQUE NACIONAL PODOCARPUS”**, de autoría del señor egresado de la Carrera de Ingeniería Forestal **Daniel Rodrigo Cofre Betancourt**, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, marzo de 2016

Atentamente,



Narcisa Urgiles Gómez, Ph.D

DIRECTORA DE TESIS

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

COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y ESTIMACIÓN DE LA
BIOMASA VEGETAL DE LOS PÁRAMOS DE CAJANUMA, PARQUE
NACIONAL PODOCARPUS

TESIS DE GRADO

Presentada al Tribunal Calificador como requisito parcial para la obtención del título de:

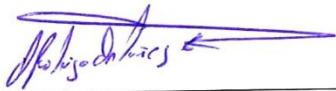
INGENIERO FORESTAL

En la:

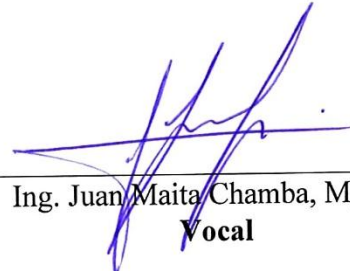
APROBADA:



Ing. Zhofre Aguirre Mendoza, Ph.D
PRESIDENTE DE TRIBUNAL



Ing. Oscar Ordóñez Gutiérrez, Mg. Sc.
Vocal



Ing. Juan Maita Chamba, Mg. Sc.
Vocal

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

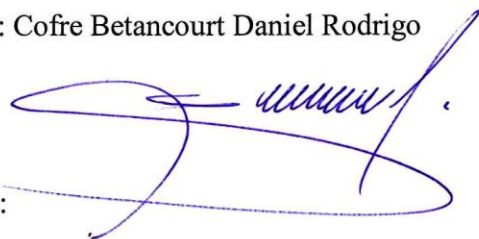
AUTORÍA

Yo **Cofre Betancourt Daniel Rodrigo**, declaro ser autor 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.

Autor: Cofre Betancourt Daniel Rodrigo

Firma:



Cédula: 1105180499

Fecha: Marzo de 2016

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA LA
CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

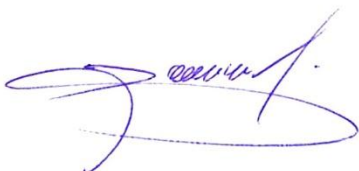
Yo **Cofre Betancourt Daniel Rodrigo**, declaro ser autor de la Tesis titulada **“COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA VEGETAL DE LOS PÁRAMOS DE CAJANUMA, PARQUE NACIONAL PODOCARPUS”**, como requisito para obtener el título de: **Ingeniero Forestal**, autorizo al Sistema Bibliotecario 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 podrán consultar el contenido de éste 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 ésta autorización, en la ciudad de Loja a los 15 días del mes de marzo de 2016, firma el autor

Firma:



Autor: Cofre Betancourt Daniel Rodrigo
Número de cédula: 1105180499
Dirección: Loja, San Sebastián, Bolívar y Mercadillo
Teléfono celular: +593-986219627
Correo electrónico: cofredaniel@hotmail.com

DATOS COMPLEMENTARIOS:

Directora de tesis: Ing. Narcisa Urgilés Gómez, Ph.D
Tribunal de grado: Ing. Zhofre Aguirre Mendoza, Ph.D
Ing. Oscar Ordóñez Gutiérrez, Mg. Sc.
Ing. Juan Maita Chamba, Mg. Sc.

AGRADECIMIENTO

Por el apoyo incondicional impartido para la culminación de ésta investigación, me permito agradecer a:

Todos quienes conforman la planta docente de la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja, a ellos que nunca desistieron al enseñarme y depositaron su esperanza en mí; gracias por la su labor tan valiosa, llevada adelante día a día sin desmayar, pero sobre todo gracias por dejar en mi la significativa huella de responsabilidad y buen desempeño.

A mi directora de Tesis, la Ing. Narcisca Urgiles Gómez Ph.D, por su esfuerzo y dedicación, quien siendo una gran profesional, supo brindarme su amistad, sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y motivación, apoyándome en la redacción y culminación de ésta investigación, permitiéndome terminar mis estudios con enorme éxito.

A cada uno de los miembros del tribunal calificador de Tesis, el Ing. Zhofre Aguirre, el Ing. Oscar Ordóñez y el Ing. Juan Maita, quienes tras estudiarla y analizarla supieron emitir oportunas sugerencias para la correcta estructuración de éste documento.

Al personal del Herbario Loja de la Universidad Nacional de Loja, en especial al Ing. Bolívar Merino por su apoyo en la identificación de especies; al personal del Ministerio del Ambiente de Ecuador por brindar las facilidades logísticas para el desarrollo del trabajo; al Programa de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos de la UNL por el soporte técnico, movilización y laboratorios; y a la Universidad Técnica Particular de Loja, por el financiamiento para llevar a cabo esta investigación.

De manera especial expreso un infinito agradecimiento a mi familia y principalmente a mis tíos Ramiro, Vita y Tarcila Cofre, además a mi primo Fabián Guamán y a mi madrina Rocío Betancourt, quienes me dieron educación, apoyo y consejos, apoyándome moral y económicamente, gracias por haber sido la fuente constante de soporte y cariño a lo largo de mi vida; a todos ellos se los agradezco desde el fondo de mi alma.

Gracias a todos...

Att. Daniel Cofre

DEDICATORIA

Esta Tesis se la dedico a mi madre **Teresa Betancourt**, quién pese a las adversidades siempre estuvo a mi lado apoyándome en cada paso hacia la culminación de mis estudios. Gracias a ti por el sacrificio sobrehumano que a diario hiciste para sacarme adelante, te convertiste en la principal motivación para nunca desmayar, gracias a ti aprendí a encarar los problemas sin perder la dignidad ni desfallecer en el intento. Con Amor inmenso, gracias a ti hoy soy un hombre y un profesional, cuyos valores son la responsabilidad, la humildad y el respeto. Este y todos los triunfos, son eternamente dedicados para ti.

Att. Daniel Cofre

ÍNDICE GENERAL

Contenido.	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Ecosistema páramo	4
2.1.1. Características generales de los páramos	5
2.1.1.1. Clima.....	5
2.1.1.2. Suelos.....	5
2.1.1.3. Flora	5
2.1.1.4. Fauna.....	6
2.1.1.5. Hidrología	6
2.1.2. Servicios ambientales de los páramos.....	6
2.1.3. Páramos en Ecuador.....	7
2.1.4. Tipos de páramo en Ecuador.....	8
2.1.5. Parque Nacional Podocarpus	9
2.2. Diversidad florística.....	10
2.2.1. Parámetros estructurales de la vegetación	11
2.3. Depósitos de carbono en un ecosistema.....	11
2.3.1. Biomasa.....	12
2.3.1.1. Biomasa aérea	12
2.3.1.1.1. Métodos para la determinación de biomasa.....	13
2.3.2. Necromasa.....	13
2.3.3. Suelos.....	14

3.	METODOLOGÍA	15
3.1.	Ubicación del área de estudio	15
3.2.	Metodología para caracterizar las comunidades vegetales del páramo de Cajanuma en el PNP	16
3.2.1.	Criterios para la selección del área de estudio	16
3.2.2.	Instalación de bloques de muestreo	16
3.2.3.	Muestreo en parcelas permanentes	19
3.2.3.1.	Estimación visual	19
3.2.3.2.	Conteo individual de especies	20
3.2.3.3.	Documentación fotográfica	20
3.2.4.	Metodología para el análisis de información	21
3.3.	Metodología para estimar el contenido de biomasa de acuerdo a las categorías de biomasa aérea y necromasa	22
3.3.1.	Muestreo de biomasa	22
3.3.2.	Categorización de biomasa	23
3.3.3.	Secado y pesaje de biomasa	23
3.3.4.	Metodología para el análisis de información	24
3.4.	Metodología para difundir los resultados a la comunidad científico-técnica universitaria y autoridades interesadas, para su conocimiento y aplicación..	25
4.	RESULTADOS	26
4.1.	Descripción del área de monitoreo	26
4.2.	Composición y estructura de las comunidades vegetales	27
4.2.1.	Parámetros estructurales	29
4.2.1.1.	Diversidad relativa	29
4.2.1.2.	Densidad absoluta y densidad relativa	30

4.2.1.3.	Frecuencia relativa	30
4.2.1.4.	Índice de Valor de Importancia.....	31
4.2.1.5.	Porcentaje de cobertura	32
4.2.1.6.	Diversidad alfa	34
4.3.	Estimación de biomasa aérea y necromasa disponible en el páramo de Cajanuma, PNP	34
4.4.	Difusión de resultados a la comunidad científico-técnica universitaria y autoridades interesadas, para su conocimiento y aplicación.....	37
5.	DISCUSIÓN	39
5.1.	Composición y estructura de las comunidades vegetales del páramo de Cajanuma en el PNP	39
5.2.	Estimación de biomasa disponible en el páramo del sector de Cajanuma, PNP	42
6.	CONCLUSIONES	46
7.	RECOMENDACIONES	47
8.	LITERATURA CITADA	48
9.	APÉNDICES.....	61

ÍNDICE DE CUADROS

Nro.	Título.	Pág.
Cuadro 1.	Tipos de páramo para Ecuador Continental.....	8
Cuadro 2.	Descripción de los depósitos de carbono identificados en un ecosistema.	11
Cuadro 3.	Matriz para el registro del porcentaje de cobertura máxima de los tipos de coberturas de la tierra: suelo desnudo orgánico, presencia de briófitos y líquenes.	20
Cuadro 4.	Matriz para el registro y conteo de individuos de cada una de las especies registradas en el área de monitoreo de flora dentro del PNP.....	20
Cuadro 5.	Parámetros estructurales para la caracterización florística.	21
Cuadro 6.	Matriz para el registro de información de biomasa en el área de monitoreo dentro del PNP.....	24
Cuadro 7.	Especies endémicas del Ecuador y estado de conservación según la UICN.....	27
Cuadro 8.	Valores medios de peso seco (t/ha) de biomasa aérea (plantas vasculares y briófitos) y necromasa almacenados en el ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.....	35
Cuadro 9.	Valores medios del contenido de biomasa aérea (t/ha) almacenado en las plantas vasculares y briófitos del páramo, sector de Cajanuma, PNP.	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Nro.	Título.	Pág.
Figura 1.	Ubicación del área de estudio “Sitio de monitoreo y experimentación PNP”, ecosistema páramo, sector de Cajanuma.	15
Figura 2.	Detalle del bloque 1: a. Bloque 1 con 10 unidades de 36 m ² . b. Unidad 1 con 4 sub-unidades de 9 m ² ; que a su vez describe la sub-unidad a con 4 cuadrantes de 1 m ²	17
Figura 3.	Diseño experimental para el monitoreo a largo plazo de las comunidades vegetales aplicado en el páramo de Cajanuma, PNP, considerando un diseño aleatorio en bloques al azar.	18
Figura 4.	Muestreo de biomasa: a. Franjas de 0,1 m ² de los extremos derecho e izquierdo para la cosecha de biomasa. b. Cosecha de biomasa.	23
Figura 5.	Ubicación espacial del “Sitio de monitoreo y experimentación, Parque Nacional Podocarpus”.....	26
Figura 6.	Representación gráfica de la curva especie/área, en la que se indica la representatividad del total de cuadrantes de 1 m ² definidos para el muestreo de flora.....	28
Figura 7.	Diversidad relativa de ocho familias representativas en el área de muestreo florístico, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP	29
Figura 8.	Densidad absoluta de ocho especies con mayor número de individuos por hectárea, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.....	30
Figura 9.	Frecuencia relativa de ocho especies con mayor aparición en el área de muestreo florístico, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP	31
Figura 10.	Especies ecológicamente más importantes, registradas en el ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.....	32

Figura 11.	Porcentaje de cobertura por categorías registradas en el área de monitoreo del PNP	33
Figura 12.	Porcentaje de cobertura de ochos especies de flora representativas en el área de monitoreo florístico en el páramo, sector de Cajanuma del PNP	34
Figura 13.	Valores medios y error estándar de biomasa en peso seco (t/ha) almacenada en el ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.....	35
Figura 14.	Valores medios (t/ha) y error estándar de biomasa aérea (peso seco) de plantas vasculares y briófitos, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.	37
Figura 15.	Socialización de resultados al personal del CITIAB de la UNL y al personal interesado en investigaciones sobre el tema desarrollado	38

ÍNDICE DE APÉNDICES

Nro.	Título.	Pág.
Apéndice 1.	Área de estudio para el monitoreo de biodiversidad, productividad y experimentación en ecosistemas herbáceos andinos, sector de Cajanuma, PNP.	61
Apéndice 2.	Instalación de bloques para el monitoreo de la vegetación a largo plazo, y de sus respectivas unidades, subunidades y cuadrantes, sector de Cajanuma, PNP.....	61
Apéndice 3.	Identificación in situ de las especies vasculares presentes en las subunidades destinadas para el monitoreo de la vegetación, sector de Cajanuma, PNP.....	62
Apéndice 4.	Marco de 1 m ² utilizado para medir el porcentaje de cobertura vegetal de cada planta vascular enraizada dentro de cada cuadrante de 1 m ² , sector de Cajanuma, Pnp.	62
Apéndice 5.	Porcentaje de cobertura vegetal: a. Medición del porcentaje de cobertura a 0,5 m de altura desde el marco. b. Marco ubicado al nivel del dosel superior de la vegetación. c. Marco ubicado a 0,5 m de la superficie del suelo, sector de Cajanuma, PNP.	63
Apéndice 6.	Documentación fotográfica y codificación de las subunidades para el monitoreo de la vegetación, sector de Cajanuma, PNP.	63
Apéndice 7.	Documentación fotográfica de las unidades de muestreo de flora y biomasa en el sitio de monitoreo y experimentación, sector de Cajanuma, PNP.	64
Apéndice 8.	Secado de las muestras de biomasa: a. Colocación dentro de la estufa. b. Estufa a 80°C durante 48 horas. Laboratorio de fisiología vegetal. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la UNL.	68

Apéndice 9. Pesaje de la materia seca: a. Registro de información. b. Bandeja plástica con biomasa seca y pesaje en la balanza digital. Laboratorio de fisiología vegetal. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Unl.....	68
Apéndice 10. Riqueza y diversidad relativa (DiR) de cada familia registrada en el área de muestreo de flora sector de Cajanuma, PNP.....	69
Apéndice 11. Densidad absoluta (D) y densidad relativa (DR) de las especies registradas en el área de muestreo de flora en el ecosistema páramo sector de Cajanuma, PNP.....	70
Apéndice 12. Frecuencia relativa (FR) de las especies y su valor de aparición en el área de muestreo de flora en el ecosistema páramo sector de Cajanuma, PNP	72
Apéndice 13. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies representativas registradas en el ecosistema páramo sector de Cajanuma, PNP.	74
Apéndice 14. Porcentaje de cobertura de las especies vegetales registradas en el área de muestreo en el ecosistema páramo sector de Cajanuma, PNP.....	76
Apéndice 15. Diversidad alfa de acuerdo al índice de Shannon-Weaver.	78
Apéndice 16. Valores de biomasa aérea y necromasa (peso seco) y contribución al contenido de biomasa vegetal total, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP	80
Apéndice 17. Valores de peso seco de plantas vasculares y briófitos y contribución al contenido total de biomasa aérea, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP	82

ABREVIATURAS

Abreviatura.	Descripción.
CINFA:	Centro Integrado de Geomática Ambiental
CITIAB:	Centro de Investigaciones Tropicales del Ambiente y Biodiversidad
CONDESAN:	Consortio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina
ECF:	European Climate Foundation (Fundación Europea del Clima)
FOCER:	Fortalecimiento de la Capacidad en Energía Renovable para América Central
GEI:	Gases de efecto Invernadero
GLORIA:	Red Andina de Monitoreo en los Andes Tropicales
IPCC:	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MAE:	Ministerio del Ambiente de Ecuador
MICCAMBIO:	Monitoreo a Largo Plazo del Impacto del Cambio Climático en la Biodiversidad
NUTNET:	Red de Nutrientes (Nutrient Network)
PNP:	Parque Nacional Podocarpus
REDD+:	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques
REY:	Reserva Ecológica Yanacocha
UICN:	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
SNAP:	Sistema Nacional de Áreas Protegidas

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA, ESTRUCTURA Y ESTIMACIÓN DE LA
BIOMASA VEGETAL DE LOS PÁRAMOS DE CAJANUMA, PARQUE
NACIONAL PODOCARPUS**

RESUMEN

La investigación forma parte del proyecto denominado: “Sitio de Monitoreo y Experimentación, Parque Nacional Podocarpus (PNP)”, propuesto por el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN). Se realizó en el ecosistema páramo del sector de Cajanuma, PNP, a 3 200 msnm, (704000 UTM - 9545455 UTM), se desarrolló durante los meses de mayo a julio de 2015. El área de monitoreo establecida para el proyecto comprende 1 260 m², dentro de la cual se delimitaron tres bloques de 420 m², conformados de 10 unidades experimentales de 36 m², cada unidad experimental comprende cuatro subunidades de 9 m²; dentro de las cuales se instaló 30 cuadrantes de 1 m² para el muestreo florístico, y 60 franjas de 0,1 m² para la estimación de biomasa vegetal. Respecto a la composición florística, se registraron 1 367 individuos pertenecientes a 32 familias, 49 géneros y 66 especies. Las familias más diversas son: Asteraceae, Ericaceae y Melastomataceae; las especies con mayor número de individuos, son: *Tillandsia aequatorialis* con 47 000 ind/ha, *Hypericum lancioides* con 35 333 ind/ha, y *Vaccinium floribundum* con 35 000 ind/ha; de acuerdo al índice de diversidad de Shannon-Weaver, la diversidad florística en éste ecosistema es alta. Por otro lado, se registró un valor medio de biomasa vegetal total (peso seco) igual a 14,76 t/ha; la biomasa aérea aporta con 9,35 t/ha; y la necromasa con 5,42 t/ha. La categoría biomasa aérea comprende las subcategorías plantas vasculares y briófitos; donde las plantas vasculares aportan 4,96 t/ha y los briófitos 4,39 t/ha. Según los datos obtenidos en ésta investigación, el ecosistema páramo es importante no solamente por la alta diversidad florística, lo es también por la elevada cantidad de biomasa que se registra, cuya estimación es crucial para la cuantificación de las reservas de carbono, lo que representa una enorme oportunidad para explotar el potencial de comercialización de créditos de carbono, como una herramienta para promover la conservación de éste ecosistema.

SUMMARY

The research is part of the project called "Monitoring Site and Experimentation, Podocarpus National Park (PNP)" proposed by the Consortium for Sustainable Development of the Andean Ecoregion (CONDESAN). It was carried out on the moor ecosystem of sector Cajanuma, PNP, 3 200 msnm (704000 UTM - 9545455 UTM), was developed during the months of May to July 2015. The monitoring area established for the project comprises 1 260 m², within which three blocks of 420 m², made up of 10 experimental units of 36 m², each experimental unit comprises four subunits of 9 m² were delimited; within which 30 quadrants of 1 m² for florístico sampling, and 60 strips of 0,1 m² for estimating biomass plant was installed. Regarding the floristic composition, 1 367 individuals belonging to 32 families, 49 genera and 66 species were recorded. The most diverse families are Asteraceae, Ericaceae and Melastomataceae; the species with the highest number of individuals are: *Tillandsia aequatorialis* with 47 000 ind/ha, *Hypericum lancioides* with 35 333 ind/ha, and *Vaccinium floribundum* with 35 000 ind/ha; in concordance to diversity index Shannon-Weaver, the floristic diversity in this ecosystem is high. Furthermore, an average value of the total plant biomass (dry weight) equals 14,76 t/ha ha was recorded; aboveground biomass contributes with 9,35 ind/ha; and necromass with 5,42 ind/ha. Aboveground biomass category includes subcategories vascular plants and bryophytes; where vascular plants provide 4,96 ind/ha and bryophytes 4,39 ind/ha. According to data obtained in this research, the moor ecosystem is important not only for the high floristic diversity, it is also because of the high amount of biomass that is recorded, whose estimate is crucial for quantifying carbon stocks, representing a huge opportunity to exploit the marketing potential of carbon credits as a tool to promote conservation of this ecosystem.

1. INTRODUCCIÓN

El páramo es un ecosistema natural que cubre las zonas más altas de los andes, se encuentra entre el límite continuo del bosque y el de las nieves perpetuas, en la alta montaña tropical húmeda (Llambí *et al.*, 2012). Sus especiales condiciones climáticas y la topografía formada por la acción de los glaciares, hacen del páramo un ecosistema con características extraordinarias como es: la evolución y aparición de los frailejones y sobre todo el proceso hidrológico superficial que en él se lleva a cabo. No obstante, las amenazas actuales que enfrenta éste ecosistema, entre ellas el uso agrícola y ganadero, inciden negativamente en el proceso de regulación de los flujos hídricos, ocasionando graves alteraciones para toda la economía del agua en el medio andino (Podwojewski, 1999; Llambí *et al.*, 2012).

En el Ecuador los ecosistemas alto andinos o páramos ocupan el 5 % del territorio nacional. De ellos dependen directa o indirectamente varios millones de personas, lo cual repercute en el estado de conservación de estos ecosistemas, sometiéndolos a un proceso de degradación continuo e incontrolable (Hofstede *et al.*, 2002; Hofstede *et al.*, 2014).

En el sur del Ecuador, los páramos se encuentran en mejor estado de conservación que en el resto del país. Sin embargo, la incidencia del cambio climático, colonización, minería, pastoreo y plantaciones con especies forestales exóticas generan fuertes presiones en estos ecosistemas y limitan el recurso hídrico, afectando de manera indirecta a las comunidades que aguas abajo aprovechan este recurso acopiado en los páramos (Mena y Hofstede, 2006; Castillo *et al.*, 2008; Mena *et al.*, 2008).

En el Parque Nacional Podocarpus (PNP), los páramos son fisonómicamente diferentes a los del norte del país, debido a la incidencia de las condiciones climáticas y edafológicas caracterizadas por los ramales no definidos de la Cordillera de los Andes (Guzmán y Salinas, 2010; Alulima y Cajamarca, 2013). Así por ejemplo, en el PNP se describen 211 especies endémicas, de las 4 011 registradas en Ecuador, por lo cual es considerado uno de los sectores más importantes para la investigación de flora nativa (Lozano *et al.*, 2004; Aguirre, 2014).

Los páramos del PNP son ecosistemas frágiles de inmensa importancia socioecológica. Por las características morfológicas de las plantas y la acumulación de materia orgánica, los páramos son ecosistemas estratégicos por la oferta de servicios ambientales como: provisión de agua en cantidad y calidad, y almacenamiento de carbono atmosférico (Hofstede y Mena, 2000; Mena *et al.*, 2000; Cunalata *et al.*, 2013). Son importantes también por el endemismo existente, riqueza biológica, regulación del microclima, y la generación de fuentes de empleo como el ecoturismo (Podwojewski, 1999; Mena y Ortiz, 2001; Lozano *et al.*, 2004; Buytaert *et al.*, 2006).

Al ser los páramos ecosistemas frágiles, son cruciales los estudios que generen información sobre el estado de conservación de los mismos. Existen investigaciones como las realizadas por el proyecto “Monitoreo a Largo Plazo del Impacto del Cambio Climático en la Biodiversidad” (MICCAMBIO) de Ecosistemas de Páramo del PNP, el cual como parte de la Red Andina de Monitoreo en los Andes Tropicales (GLORIA) busca generar suficiente información que fundamente el entendimiento del cambio climático y sus impactos en la biodiversidad existente en los ecosistemas de páramo (Aguirre, 2008).

Bajo esta perspectiva, es importante el desarrollo de ésta investigación en la medida en que permite obtener información concreta para fortalecer la base de datos de las redes globales de monitoreo ecológico entre ellas la Iniciativa GLORIA, contribuyendo a la continuación del monitoreo a corto y largo plazo de la diversidad florística, lo que permitirá definir tendencias de cambio en la diversidad y estructura de las comunidades de plantas vasculares, en base al desarrollo de investigaciones experimentales en ecosistemas de páramo.

La investigación se desarrolló durante los meses de mayo a julio y forma parte del proyecto denominado “Sitio de Monitoreo y Experimentación, PNP” propuesto por el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN), cuyo objetivo principal es monitorear la biodiversidad y productividad en ecosistemas herbáceos andinos, el cual se fundamenta en protocolos de NutNet (Protocolo Nro. 4: “Monitoreo de Biodiversidad, Productividad y Experimentación en Ecosistemas Herbáceos Andinos”), éste se constituye en una herramienta metodológica utilizada para

la investigación ecológica y el monitoreo de ecosistemas herbáceos a nivel mundial, implementada en Ecuador para monitorear y evaluar experimentalmente la diversidad de las comunidades de plantas vasculares de los ecosistemas herbáceos alto andinos en la Reserva Ecológica Yanacocha (REY) provincia de Pichincha y actualmente en el PNP provincias de Loja y Zamora Chinchipe (Báez *et al.*, 2014).

En éste documento se presentan los resultados obtenidos tras la implementación del proyecto “Sitio de Monitoreo y Experimentación, PNP”; específicamente se describe información referente a la composición y estructura florística del ecosistema páramo en el sector de Cajanuma del PNP y principalmente información sobre la estimación del contenido de biomasa vegetal, considerando las categorías: biomasa aérea (plantas vasculares y briófitos) y necromasa. Ésta investigación se guio hacia el cumplimiento del siguiente objetivo general:

- Contribuir a generar información sobre la diversidad florística y el contenido de biomasa vegetal de acuerdo a las categorías: biomasa aérea (plantas vasculares y briófitos) y necromasa del ecosistema páramo del sector de Cajanuma en el PNP, para el monitoreo a largo plazo de las comunidades vegetales y estudios de cambio climático.

Además los objetivos específicos de éste estudio fueron:

- Caracterizar las comunidades vegetales del ecosistema páramo en el sector de Cajanuma en el PNP, para conocer la composición y estructura de la vegetación presente en éste ecosistema.
- Estimar el contenido de biomasa vegetal disponible en el ecosistema páramo de Cajanuma en el PNP, a través de la metodología establecida en el protocolo Nro. 4 “Monitoreo de Biodiversidad, Productividad y Experimentación en Ecosistemas Herbáceos Andinos”, desarrollada para ecosistemas de páramo.
- Divulgar los resultados a la comunidad científico-técnica universitaria y autoridades interesadas, para su conocimiento y aplicación.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Ecosistema páramo

El páramo se define como un ecosistema abierto, dominado por herbáceas y que se desarrolla a partir del límite superior de los bosques (Sevink y Hofstede, 2013). Es un ecosistema de alta montaña característico del trópico húmedo, se extiende entre el Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela con extensiones en Costa Rica y Panamá, entre el límite superior de altura de los bosques andinos (3 000 y 3 500 msnm) y el límite inferior de las nieves perpetuas (4 800 y 5 000 msnm) (Podwojewski y Poulénard, 2000; Hofstede *et al.*, 2014).

El páramo es uno de los ecosistemas del planeta menos conocidos y sin embargo el más importante. En él se registra la mayor biodiversidad en alta montaña del mundo. Tiene una especial relación con el agua, y a través de ella, con las comunidades andinas rurales y urbanas. Cumple un papel primordial en la retención de carbono, sobre todo en los suelos, ricos en materia orgánica, por lo cual es relevante en vista de los procesos de cambio climático que están ocurriendo (Llambí *et al.*, 2012).

Sus límites son difíciles de identificar, puesto que han sido modificados por cambios naturales históricos y sobre todo por influencia antrópica, lo que ha generado una zona de transición transformada entre bosque y páramo y no una línea clara que permita identificarlos (Llambí *et al.*, 2012).

En Ecuador, la característica común de los páramos radica en la presencia en matas de herbáceas altas como *Stipa ichu*, *Calamagrostis* sp., *Festuca* sp. Forman una cobertura vegetal cercana al 100 %. En éstas es típica la presencia de Hypericaceae, Ericaceae y Asteraceae, la más conocida de ellas, es la roseta gigante o frailejón del género *Espeletia*, se encuentra desde Venezuela hasta el Norte del Ecuador (Podwojewski, 1999). Sin embargo, dicha característica florística está determinada por dos factores principales: las gradientes ambientales expresadas a través de la elevación y por los regímenes del uso del suelo en especial del fuego asociado al pastoreo extensivo de ganado, según manifiesta (Cuesta *et al.*, 2014).

2.1.1. Características generales de los páramos

2.1.1.1. Clima

Los páramos son ecosistemas fríos de gran amplitud térmica. Presentan temperaturas congelantes de hasta 2°C durante la noche y calor de más de 25°C durante el día (Llambí *et al.*, 2012). La temperatura media está directamente relacionada con los pisos altitudinales, normalmente disminuyen cerca de 0,6°C por 100 m de ascenso en altitud (Hofstede *et al.*, 2014).

La precipitación total anual, oscila entre los 600 mm en páramos secos típicos del norte de los Andes de Venezuela, Colombia y Costa Rica, influenciados por los vientos alisos que vienen del norte; y 4 000 mm en páramos húmedos característicos de Colombia y noroeste de Ecuador, influenciados por la convergencia intertropical de las masas de aire (Llambí *et al.*, 2012).

2.1.1.2. Suelos

Los suelos de los páramos son de origen glaciar y volcánico. Acumulan ingentes cantidades de materia orgánica, cuya característica se ve reflejada en la gran capacidad de retención de agua de entre 60 al 200 % (Podwojewski, 1999). La acumulación de materia orgánica está relacionada con un lento proceso de descomposición del material vegetal, debido a las bajas temperaturas (Llambí *et al.*, 2012).

La formación de los suelos en el páramo depende principalmente de cuatro factores, estos son: clima, roca madre, edad de los suelo y vegetación (Hofstede *et al.*, 2014). Sin embargo, Llambí *et al.*, (2012), indica que la composición de los suelos también puede depender de la altitud a la que se encuentran. Mientras mayor es la altitud, los suelos tienden a ser más rocosos y menos profundos, con un alto porcentaje de arena, menor retención de agua. Además son extremadamente infértiles.

2.1.1.3. Flora

Los páramos se consideran ecosistemas de mayor diversidad de plantas de alta montaña, en el mundo. Solo en Sudamérica se registran hasta el momento cerca de 4 000 especies

de plantas vasculares, de las cuales el 60 % son endémicas para éste ecosistema (Llambí *et al.*, 2012).

Los géneros con mayor número de especies son: *Espeletia* (126 especies), *Pentacalia* (11 especies), *Diplostephium* (73 especies), *Senecio* (67 especies), *Calceolaria* (65 especies), entre otros. Por su fisonomía, las especies pertenecientes a dichos géneros describen una vegetación típicamente abierta, dominada en algunos casos por gramíneas, hierbas, arbustos y rosetas gigantes del grupo de los frailejones (Llambí *et al.*, 2012).

2.1.1.4. Fauna

A pesar de la presencia de cuatro de las especies más emblemáticas del continente: el cóndor (*Vultur gryphus*), el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), la danta de montaña (*Tapirus pinchaque*) y el puma (*Puma concolor*), la fauna no parece atractiva para el desarrollo de estudios científicos. Posiblemente esto se debe a que la mayor parte de mamíferos pertenecen a bosques circundantes y en el caso de las aves hay muchos elementos comunes con la Provincia Altoandina (Hofstede *et al.*, 2014).

2.1.1.5. Hidrología

La capacidad de regulación hídrica de los páramos, está determinada por las condiciones climáticas propias de estas zonas: precipitación de moderada a alta, alta humedad relativa del aire y baja evapotranspiración. Además, las condiciones edáficas inciden en dicha característica, en la medida que un suelo profundo, de baja densidad y alta porosidad gracias a su gran contenido de materia orgánica, tienen una insuperable capacidad de retener agua por un periodo relativamente largo y liberarla lenta y constantemente (Hofstede *et al.*, 2014).

2.1.2. Servicios ambientales de los páramos

Gracias a la acumulación de materia orgánica y a la morfología de ciertas plantas, los páramos se consideran ecosistemas estratégicos por la oferta de servicios ambientales como: la continua provisión de agua en cantidad y calidad y el almacenamiento de carbono atmosférico, como mitigador del calentamiento global (Hofstede y Mena, 2000;

Mena *et al.*, 2000; Cunalata, 2013). A más de la regulación hídrica, importante para el almacenamiento de agua en el periodo húmedo y liberación progresiva en el período seco, los páramos son importantes por el endemismo existente, riqueza biológica, regulación del microclima y generación de fuentes de empleo basadas en el ecoturismo (Podwojewski, 1999; Mena y Ortiz, 2001; Lozano *et al.*, 2004; Buytaert *et al.*, 2006).

2.1.3. Páramos en Ecuador

En Ecuador, los páramos se distribuyen a lo largo de las dos cordilleras de los Andes, desde el límite con Colombia en el norte, hasta la frontera con Perú en el sur. En términos relativos el Ecuador es el país con mayor superficie cubierta de páramos de acuerdo a su extensión total. Respecto al territorio nacional, los páramos representan el 5 % de la superficie total del país, se encuentran en 17 de las 24 provincias del país siendo las principales en términos de área de páramo: Napo, Azuay y Chimborazo (Mena y Hofstede, 2006; Beltrán *et al.*, 2009; Cuesta *et al.*, 2014).

En el centro y norte del país, se ubican sobre los 3 500 msnm, mientras que en las provincias de Azuay y Loja, al sur del país, se ubican desde los 3 000 msnm, debido a las características más bajas de la cordillera de los Andes (Hofstede *et al.*, 2014).

Las tres cuartas partes de los páramos naturales están dominados por pajonales, que prácticamente se encuentran bajo algún tipo de alteración humana (Hofstede *et al.* 2002). Pese a ello, se describen poco más de 3 000 especies de plantas vasculares presentes sobre los 3 000 msnm, de las cuales aproximadamente el 24 % son endémicas (Josse *et al.*, 2000).

El clima de los páramos es en general frío y húmedo, con cambios diarios extremos de temperatura; por ejemplo, a 3 900 msnm varía desde 30°C hasta temperaturas bajo 0°C (Hedberg y Hedberg, 1979; Mena y Hofstede, 2006; León-Yáñez, 2011).

Los suelos en los páramos albergan ingentes cantidades de carbono orgánico total (COT), almacenado en el suelo o en forma de biomasa. En los páramos de Ecuador se registra aproximadamente 20 toneladas de COT contenido en 40 toneladas de biomasa/ha (Medina y Mena, 1999). Esta cantidad de COT en el suelo, incrementa con

la altitud, siendo mayor en los suelos con cobertura vegetal nativa de paja o almohadilla (Cunalata *et al.*, 2013).

Las plantas en los páramos han desarrollado modificaciones morfológicas espectaculares permitiéndoles así soportar las bajas temperaturas nocturnas, la radiación solar alta durante el día, la baja disponibilidad de nutrientes en el suelo y en algunos casos, condiciones de sequía estacional. Tal es el caso de muchos arbustos que tienen hojas pequeñas muy duras y resistentes. Esto les permite mantener las hojas verdes y el crecimiento durante todo el año (Llambí *et al.*, 2012).

2.1.4. Tipos de páramo en Ecuador

Por influencia directa de factores antrópicos y naturales los páramos del sur de Ecuador son diferentes a los del norte. A continuación en el Cuadro 1, se describen los tipos de páramos reconocidos para la región sur, centro y norte del país (Valencia *et al.*, 1999; Mena, 2001).

Cuadro 1. Tipos de páramo para Ecuador continental.

Tipo	Distribución	Flora características
1. Páramo de pajonal	Es el más extenso y cubre alrededor del 70 % de la superficie del ecosistema en el Ecuador.	<i>Calamagrostis</i> sp., <i>Festuca</i> sp., y <i>Stipa</i> sp., matizadas por manchas boscosas con <i>Polylepis</i> sp., <i>Buddleja</i> sp., <i>Oreopanax</i> sp., y <i>Miconia</i> sp., arbustos de géneros como <i>Valeriana</i> sp., <i>Chuquiraga</i> sp., <i>Arcytophyllum</i> sp., <i>Pernettya</i> sp., y <i>Brachyotum</i> sp.
2. Páramo de frailejones	Páramos norteños del Carchi y Sucumbíos, con una mancha pequeña en los Llanganates.	<i>Espeletia pycnophylla</i> es muy notable aunque la forma de vida dominante es el pajonal.
3. Páramo herbáceo de almohadillas	Sector de las antenas, cerca del páramo de la Virgen en la Reserva Ecológica Cayambe Coca.	<i>Azorella</i> sp., <i>Werneria</i> sp., y <i>Plantago</i> sp.
4. Páramo herbáceo de pajonal y almohadillas	Combinación de los dos anteriores, no se encuentra un dominio definido de una u otra forma de vida. Un análisis fitosociológico más detallado permitirá asegurar la existencia de este tipo de páramo.	El pajonal es la forma de vida dominante en éste ecosistema, se registran especies como: <i>Stipa</i> sp., <i>Hypericum</i> sp, <i>Calamagrostis</i> sp.

Continúa...

Continuación del cuadro 1...

Tipo	Distribución	Flora características
5. Páramo pantanoso	En los páramos de la cordillera oriental más húmeda especialmente en Cayambe, Antisana, Llanganates y Sangay.	<i>Isoetes</i> sp., <i>Lilaeopsis</i> sp., <i>Cortaderia</i> sp., <i>Chusquea</i> sp., <i>Neurolepis</i> sp.; varios géneros formadores de almohadillas, <i>Oreobolus</i> y el musgo turbero <i>Sphagnumma gellanicum</i> .
6. Páramo seco	En el sur de Azuay y el norte de Loja.	<i>Stipa</i> sp., y otras hierbas resistentes a la desecación como <i>Orthrosanthus</i> sp., y <i>Buddleja</i> sp.
7. Páramo sobre arenales	Se desarrollan sobre un suelo arenoso, como los arenales del Chimborazo. En estos sitios, la humedad es mayor y la escasez de cobertura vegetal se puede deber más bien a erosión climática y antropogénica.	<i>Pedicularis incurva</i> , <i>Valeriana henricii</i> entre otras especies, se han adaptado a crecer directamente en la arena o en grietas entre las rocas.
8. Páramo arbustivo del Sur	En la provincia de Loja	Vegetación arbustiva y herbácea dominada por: <i>Puya</i> sp., <i>Miconia</i> sp., <i>Neurolepis</i> sp., <i>Oreocallis</i> sp., <i>Weinmannia</i> sp., y <i>Blechnum</i> sp. Hay muchos elementos de bosque andino y menos de páramo.
9. Superpáramo	Se sitúa a 4 200 msnm	<i>Draba</i> sp., <i>Culcitium</i> sp., <i>Chuquiraga</i> sp., <i>Cortaderia</i> sp., <i>Baccharis</i> sp., y <i>Gentiana</i> sp.
10. Superpáramo azonal	Los lahares del Cotopaxi y del Antisana son ejemplos notables.	Existen especies como las del superpáramo y líquenes foliosos: <i>Cerastium</i> sp. <i>Poa subspicata</i> .

Fuente: Valencia *et al.*, 1999; Mena, 2001.

2.1.5. Parque Nacional Podocarpus

El Parque Nacional Podocarpus, 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 el límite fronterizo de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (Rivera, 2007). Tiene una superficie aproximada de 144 993,74 ha, de las cuales 24 435,14 ha corresponden al ecosistema páramo, es decir, aproximadamente el 17 % de la superficie total. Se localiza en la región de Numbala y Nudo de Sabanilla entre los límites de las provincias de Loja y Zamora Chinchipe (CINFA, 2006; MAE, 2013).

El PNP es categorizado como una zona de megadiversidad y elevado grado de endemismo. Se registran 121 especies de plantas vasculares en un área aproximada de 6 140 m², con un total de 77 endémicas. El endemismo es mayor dentro del rango de 2 800 a 3 200 msnm, en la zona de transición del páramo arbustivo a páramo herbáceo (Lozano *et al.*, 2004; Rivera, 2007; Eguiguren y Ojeda, 2009).

La zona de páramos en el PNP inicia a partir de los 3 100 msnm. En ésta área la temperatura y la precipitación varían de acuerdo a la zona bioclimática, con valores 6 a 22°C, y de 1 500 a 3 000 mm respectivamente. El área se caracteriza por presentar una topografía donde predominan los valles y laderas muy escarpadas con un relieve irregular formado por montañas y colinas (Rivera, 2007; Aguirre, 2014). En los páramos del PNP se ha observado una transformación reciente de vegetación con presencia de palmeras (plantas que necesitan sombra durante los primeros años de desarrollo) sobre todo en zonas de páramo descubiertas (Podwojewski y Poulenard, 2001).

Un sitio florísticamente interesante dentro del PNP es Cajanuma, 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 (Rivera, 2007).

2.2. Diversidad florística

A nivel de paisaje o de una región concreta, la vegetación es observable a primera vista como manchas en el territorio de distinto color, textura y cobertura de las plantas. La caracterización florística permite conocer el funcionamiento de los bosques y otros tipos de cobertura vegetal, y se constituye en una herramienta para planificar y ejecutar su manejo (Aguirre y Yaguana, 2012).

La tendencia actual es cuantificar la información florística mediante el muestreo de las diferentes categorías de cobertura vegetal, cuyos datos permiten obtener parámetros estructurales: densidad, abundancia, dominancia, frecuencia, índice de valor de

importancia e índices de diversidad y similitud para medir la diversidad y conocer el estado de conservación de la flora en un sector determinado (Aguirre y Yaguana, 2012).

2.2.1. Parámetros estructurales de la vegetación

La vegetación en el páramo es de fundamental importancia para mantener el equilibrio del ecosistema. Por ésta razón y considerando las amenazas actuales que sufre éste ecosistema, es necesario determinar la estructura y composición del mismo, para poder conservarlo y mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

Esto es posible mediante la determinación de parámetros estructurales de la vegetación, entre los más importantes se destacan la densidad absoluta (D), densidad relativa (DR), frecuencia relativa (FR) e índice de valor importancia (IVI). Para su determinación se utilizan las fórmulas establecidas por Aguirre y Aguirre (1999) (Cuadro 5).

2.3. Depósitos de carbono en un ecosistema

Los principales depósitos de carbono que se pueden estudiar en un ecosistema son: la biomasa, la necromasa y los suelos. La determinación de uno o más de estos depósitos es importante en investigaciones cuyo objetivo principal es medir, estimar y monitorear las variaciones del carbono almacenado, donde la disponibilidad de tiempo y recursos es limitada. El Cuadro 2 indica los tipos de depósitos de carbono según la IPCC, (2001).

Cuadro 2. Descripción de los depósitos de carbono identificados en un ecosistema.

Depósito de carbono	Tipo de material	Descripción
1. Biomasa (materia orgánica viva)	Biomasa aérea	Biomasa total sobre el suelo, incluye troncos, ramas, hojas, etc.
	Biomasa subterránea	Biomasa total de raíces, se excluyen raíces finas menores a 2 mm de diámetro, difíciles de separar.
2. Necromasa (materia orgánica muerta)	Madera muerta	Troncos caídos, árboles muertos en pie, etc.
	Hojasca	Hojas, ramas, cáscaras de frutos sobre el suelo en diferentes estados de descomposición.
3. Suelos	Materia orgánica en el suelo	Carbono orgánico en el suelo a una profundidad específica, y las raíces menores a 2 mm de diámetro.

Fuente: IPCC, (2001).

2.3.1. Biomasa

La biomasa es toda materia proveniente de compuestos orgánicos como árboles y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía. Se constituye en la fuente de energía renovable más antigua conocida por el ser humano. Además es un tipo de energía renovable que puede suplir un porcentaje significativo de los requerimientos energéticos mundiales y, al mismo tiempo, revitalizar las economías rurales, proveyendo energía en forma independiente y segura y logrando importantes beneficios ambientales. (FOCER, 2002).

La biomasa es una fuente renovable de producción de energía, probada pero todavía con gran potencial por aprovechar (ECF, 2010). En comparación con los combustibles fósiles, la aplicación de la biomasa como energía renovable reduce las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) entre un 55 y un 98 %. A diferencia de los combustibles fósiles, con el uso de residuos forestales o agrícolas, los ahorros en gases de efecto invernadero se mantienen por encima del 80 % (Cerdá, 2012).

2.3.1.1. Biomasa aérea

La biomasa aérea es la fracción biodegradable, disponible principalmente en los elementos florísticos que integran el ecosistema. Se refiere a toda la materia orgánica disponible, y que puede ser convertida en energía. Su determinación es importante para la comprensión de la eficiencia del ecosistema páramo en procesos como el almacenamiento de carbono y sobre todo la regulación hídrica, además que permiten evaluar los efectos de una intervención con respecto al equilibrio del ecosistema (Arnáiz *et al.*, 2000; Gasparri y Mangui, 2004).

La biomasa es creada mientras las plantas absorben dióxido de carbono durante la fase de crecimiento. La biomasa funciona como una especie de batería que almacena la energía solar. Almacena carbohidratos, los mismos que en el proceso de combustión regresan a la atmosfera en forma de dióxido de carbono y agua liberando la energía que contienen (BUN-CA, 2002).

2.3.1.1.1. Métodos para la determinación de biomasa

La determinación de la biomasa es importante para cuantificar la cantidad de nutrientes en diferentes partes de las plantas y estratos de la vegetación Arnáiz *et al.*, (2000); permite comparar distintos tipos de especies o vegetación o comparar especies y tipo de vegetación similares en diferentes sitios. Además para conocer la influencia de la cubierta vegetal en el ecosistema, y su participación en procesos como el almacenamiento de carbono y regulación hídrica (Fonseca *et al.*, 2009; Arcos, 2010).

Los métodos clásicos para su determinación son: el directo o destructivo y el indirecto o tradicional. El primero consiste en remover toda la cobertura boscosa pesando directamente cada componente. Mientras que el método indirecto consiste en la aplicación de fórmulas para la estimación de la biomasa (Fonseca *et al.*, 2009). Además existe un tercer método que es por sensores remotos que consiste en el uso de imágenes satelitales que permiten conocer el ciclo dinámico de la biomasa, en la medida en que posibilitan la evaluación continua de variaciones en la cobertura boscosa en grandes extensiones (Álvarez, 2008).

2.3.2. Necromasa

La necromasa comprende la cantidad de materia muerta, disponible en la superficie del suelo, representa una importante porción de los nutrientes en los páramos. En un ecosistema de páramo sometido a un proceso de degradación, con predominancia de vegetación herbácea y arbustiva, la necromasa tiende a disminuir a medida que avanza el estado sucesional (Araujo-Murakami, 2011).

La necromasa, también es conocida como el material orgánico que se encuentra acumulado bajo los penachos del pajonal u hojarasca en estado de descomposición a nivel del suelo (Bustamante *et al.*, 2011). Los contenidos de necromasa en los páramos, hace de estos, importantes centros para la fijación de carbono, gracias a la descomposición de la materia orgánica (MO). Su análisis, permite inferir el estado de intervención del ecosistema y consecuentemente definir zonas prioritarias de conservación (Andrade *et al.*, 2002; Bustamante *et al.*, 2011).

2.3.3. Suelos

Los residuos de las plantas constituyen el material primario para la MO del suelo. La descomposición de MO es igual a su incorporación en el suelo; es decir que en condiciones normales, durante el proceso de formación del suelo se acumula gran cantidad de MO, hasta alcanzar un punto de equilibrio. Es así que, un suelo con un 3 % de materia orgánica contiene aproximadamente 75 toneladas de la misma por hectárea. Mediante el empleo de varios métodos de análisis se ha identificado que raramente la MO contiene más del 52 % de carbono. En base a ello, se utiliza el factor 1,9 para determinar el contenido de carbono en una porción de MO, esto para el suelo superior y 2,25 para el subsuelo (Alvarado *et al.*, 2000).

3. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación del área de estudio

La investigación se llevó a cabo en tres bloques de monitoreo de 420 m² cada uno, ubicados en el ecosistema páramo del sector de Cajanuma dentro del PNP (Figura 1), a 3 200 msnm (704000 UTM - 9545455 UTM), dichos sitios forman parte del proyecto de investigación: “Sitio de monitoreo y experimentación, PNP”, los cuales fueron establecidos durante los meses de mayo a junio de 2015.

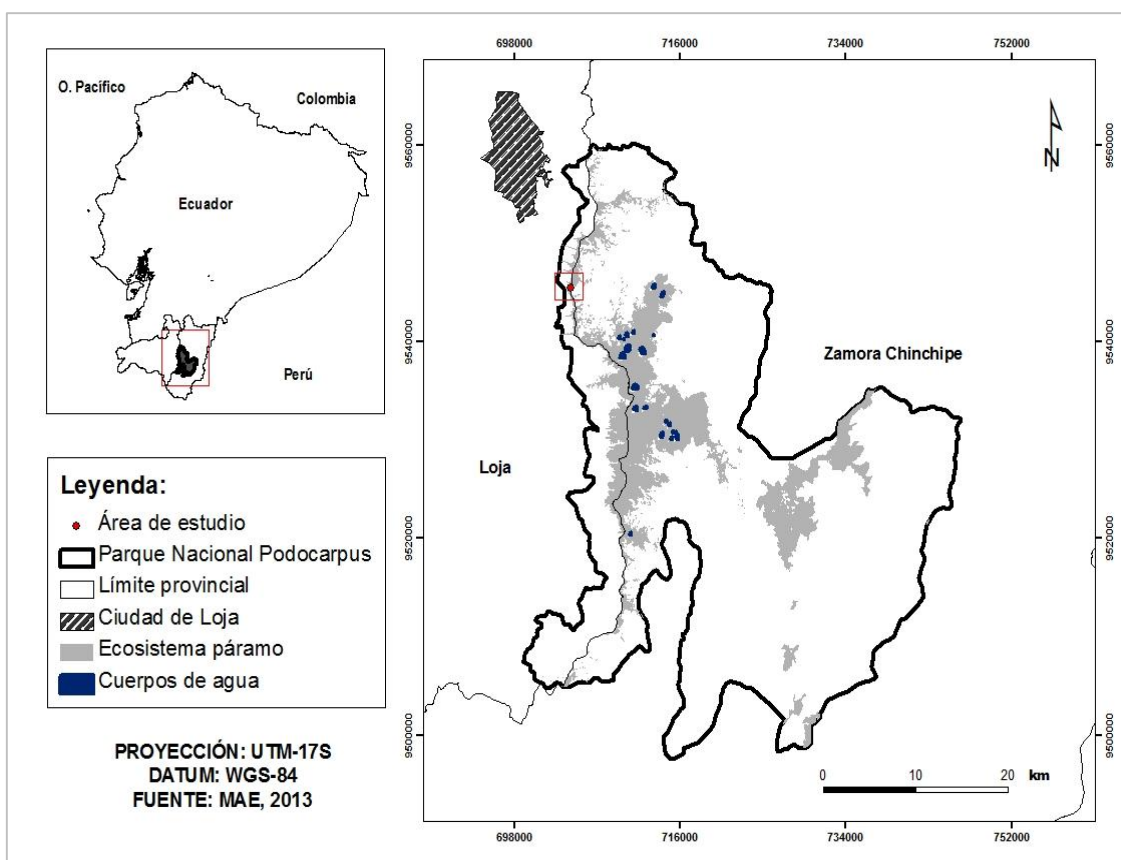


Figura 1. Ubicación del área de estudio “Sitio de Monitoreo y Experimentación PNP”, ecosistema páramo, sector de Cajanuma.

Fuente: MAE, (2013).

3.2. Metodología para caracterizar las comunidades vegetales del páramo de Cajanuma en el PNP

El objetivo del estudio es monitorear la biodiversidad y productividad en ecosistemas herbáceos andinos, tomando como base la metodología planteada en el protocolo Nro. 4 “Monitoreo de Biodiversidad, Productividad y Experimentación en Ecosistemas Herbáceos Andinos”; la cual se constituye en una herramienta metodológica utilizada para la investigación ecológica y el monitoreo de ecosistemas herbáceos alrededor del mundo, implementada en el Ecuador para monitorear y evaluar experimentalmente la diversidad de las comunidades de plantas vasculares de los ecosistemas herbáceos alto andinos en la Reserva Ecológica Yanacocha de la provincia Pichincha y actualmente en el PNP de las provincias Loja y Zamora Chinchipe (Báez *et al.*, 2014).

La caracterización de las comunidades vegetales, inició con la recopilación de información existente sobre los páramos del PNP. Dicha información consistió de fotografías aéreas brindadas por el Centro Integrado de Geomática Ambiental “CINFA” de la UNL; publicaciones como el Catálogo de Plantas Vasculares de la Región Piloto del PNP (Ojeda *et al.*, 2009); referencias personales y demás investigaciones anteriores que constituyeron en herramientas que hicieron posible el desarrollo de ésta investigación.

3.2.1. Criterios para la selección del área de estudio

La selección del área de estudio para el monitoreo a largo plazo se realizó *in situ*, tomando en cuenta los criterios establecidos en el protocolo 4: “Monitoreo de Biodiversidad, Productividad y Experimentación en Ecosistemas Herbáceos Andinos”, Báez *et al.*, (2014), los cuales son: similar sustrato del suelo, similar cobertura vegetal, similar ángulo de inclinación y exposición, libre de alteraciones naturales o antrópicas en al menos 15 años, y buena accesibilidad (Apéndice 1).

3.2.2. Instalación de bloques de muestreo

Una vez seleccionado el sitio, se procedió a instalar tres bloques de monitoreo de 420 m² (35 x 12 m). Cada uno de ellos conformado de 10 unidades experimentales de

36 m² (6 x 6 m), organizadas en dos columnas y cinco filas. Cada unidad experimental fue dividida en cuatro subunidades de 9 m² (3 x 3 m), las cuales se nombraron con las letras A, B, C, y D. En la Figura 2 se describe el bloque 1, cuyas dimensiones son las mismas para los bloques dos y tres.

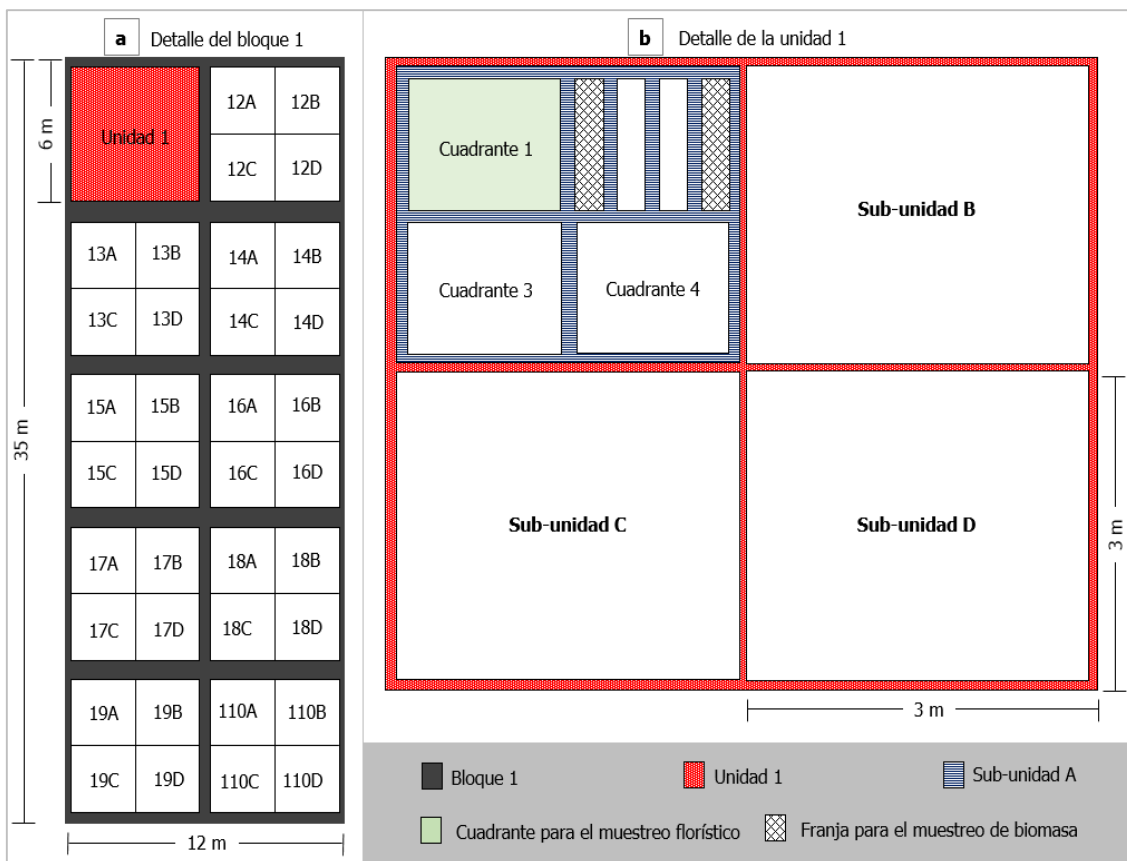


Figura 2. Detalle del bloque 1: a. Bloque 1 con 10 unidades de 36 m². b. Unidad 1 con 4 sub-unidades de 9 m²; que a su vez describe la sub-unidad A con 4 cuadrantes de 1 m².

Fuente: Báez *et al.*, 2014.

Nota: el bloque dos y tres comprenden dimensiones idénticas.

Mediante un diseño aleatorio en bloques se seleccionó una de las cuatro subunidades, la cual fue dividida en cuatro cuadrantes de 1 m² (1 x 1 m). En dos de los cuales se realizó el inventario de diversidad florística y la estimación del contenido de biomasa (Figura 3).

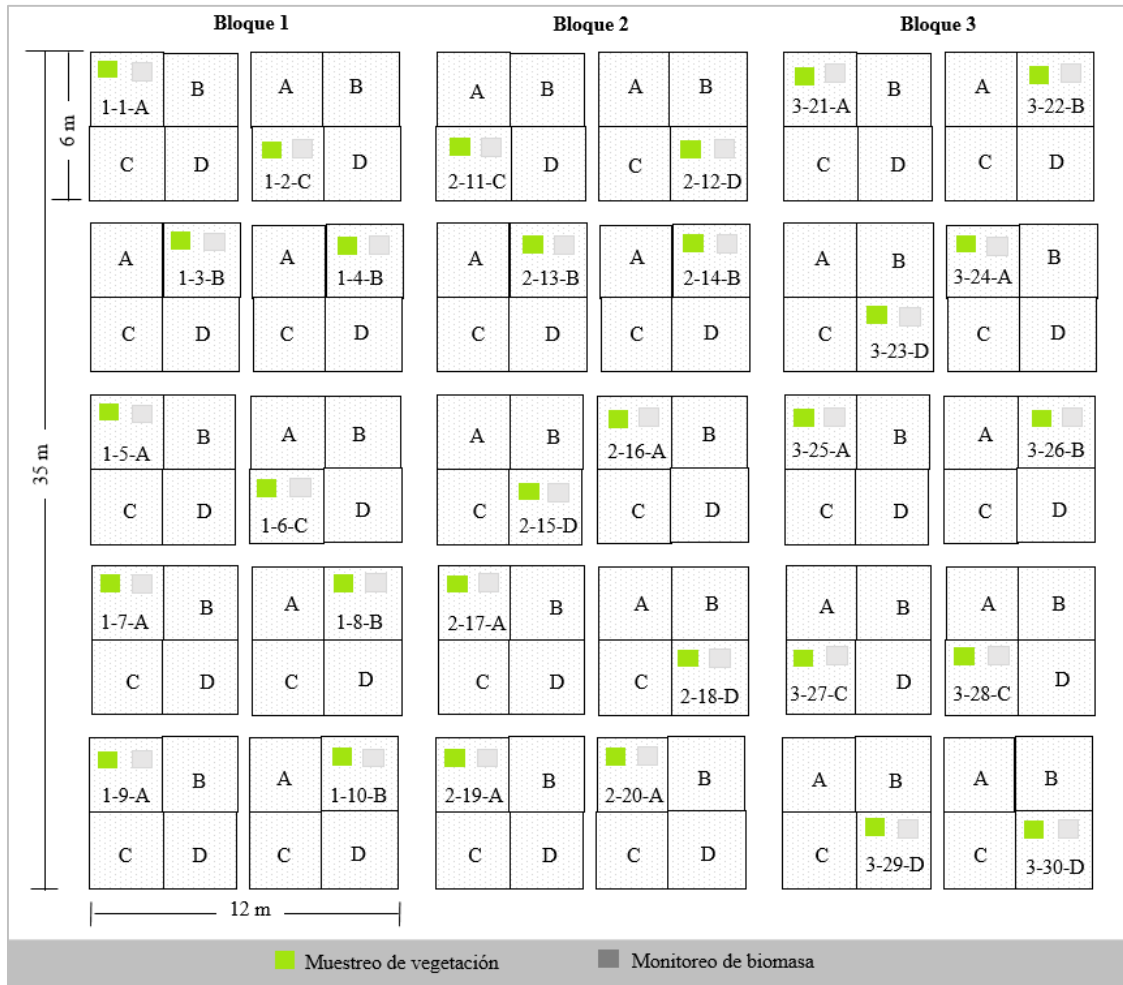


Figura 3. Diseño experimental para el monitoreo a largo plazo de las comunidades vegetales aplicado en el páramo de Cajanuma, PNP, considerando un diseño aleatorio en bloques al azar.

Fuente: Báez *et al.*, 2014.

Los bloques de monitoreo a largo plazo, al igual que las unidades y subunidades, se marcaron de manera permanente con tubos de PVC de 1 m de longitud, los cuales se fijaron firmemente a la superficie del suelo (Apéndice 2). Finalmente se procedió a pintar de color verde los extremos de los tubos que delimitan las unidades de muestreo y de color rojo los cuadrantes, esto con la finalidad de facilitar su identificación y localización para el monitoreo a largo plazo en futuras investigaciones.

3.2.3. Muestreo en parcelas permanentes

El muestreo de la cobertura vegetal se realizó en uno de los cuatro cuadrantes de 1 m² (Figura 4). Previo a ello, con la ayuda de un botánico se identificó *in situ* cada una de las especies vasculares presentes en los cuadrantes destinados para el monitoreo de la vegetación, de aquellos individuos que no se pudieron identificar en campo, se colectó muestras de especímenes ubicados fuera del cuadrante de monitoreo y se procedió a su identificación en el Herbario Reinaldo Espinosa de la Universidad Nacional de Loja (Apéndice 3). Finalmente se determinó la composición y estructura vegetal utilizando las siguientes metodologías.

3.2.3.1. Estimación visual

Para la estimación visual, se registró el porcentaje de cobertura de cada planta vascular enraizada que ocupa el cuadrante (Cuadro 3). Para ello se utilizó un marco de 1 m² (1 x 1 m) dividido en 100 celdillas de 0,1 m² (0,1 x 0,1 m). El marco se construyó con tubos de PVC y piola plástica (Apéndice 4).

Para medir el porcentaje de cobertura de manera más precisa, se colocó el marco a una altura máxima de 0,5 m con respecto a la superficie del suelo, en ocasiones donde el dosel de la vegetación fuese más alto, el marco se colocó a nivel de la planta más alta. Se midió el porcentaje de cobertura con una vista al terreno, desde cada extremo del marco y a una altura de 0,5 m a partir del mismo (Apéndice 5).

A cada planta se asignó un porcentaje de cobertura según el número de celdas que ésta ocupó, donde cada una representa el 1 %. En aquellos casos en que la planta fue demasiado pequeña el porcentaje de cobertura se proyectó directamente al 1 %. La presencia de diferentes estratos de vegetación determinó coberturas mayores a 100 % (Figura 8). Adicionalmente, en cada cuadrante se midió visualmente el porcentaje de cobertura máxima de las categorías: suelo desnudo orgánico, y presencia de briófitos y líquenes cubiertos por plantas vasculares; para lo cual, se utilizó la matriz que se muestra en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Matriz para el registro del porcentaje de cobertura máxima de los tipos de coberturas de la tierra: suelo desnudo orgánico, presencia de briófitos y líquenes.

Colector botánico:	X:	Y:	Z:
Fecha:	Descripción del sitio:		

Bloque	Unidad	Subunidad	Categoría	Cob. (%)	Observaciones
1					
2					

3.2.3.2. Conteo individual de especies

Dentro de cada uno de los cuadrantes de 1 m² se contó el número de individuos de cada especie, con el fin de tener datos cuantitativos que permitan determinar la DiR, D, DR, FR y el IVI para cada una de las especies registradas dentro del área de monitoreo y, por lo tanto, conocer la composición y estructura de las comunidades vegetales. En el Cuadro 4 se indica la matriz utilizada para el registro de especies y el conteo de individuos.

Cuadro 4. Matriz para el registro y conteo de individuos de cada una de las especies registradas en el área de monitoreo de flora dentro del PNP.

Colector botánico:	X:	Y:	Z:
Fecha:	Descripción del sitio:		

N°	Código	N. Común	N. Científico	Nro. Ind.	Cob. (%)	Hábito de crecimiento
1						
2						

3.2.3.3. Documentación fotográfica

Se tomó una fotografía desde un plano horizontal para maximizar la visualización de las coberturas de las especies dentro de cada cuadrante de 1 m². La fotografía fue tomada con el marco de 1 m² sobrepuesto en el cuadrante, evitando que la vegetación sea aplastada. Antes de tomar la fotografía se colocó una hoja de papel con el código de la subunidad muestreada (Apéndice 6). Por último, las fotografías fueron almacenadas y organizadas en una base de datos (Apéndice 7).

3.2.4. Metodología para el análisis de información

Toda la información copilada *in situ*, se sistematizó en hojas de cálculo de Microsoft Excel, a través de las cuales se determinó la composición florística y estructura, para ello se determinó los siguientes parámetros estructurales: D, DR, FR y el IVI. Las fórmulas que se utilizaron se muestran en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Parámetros estructurales para la caracterización florística.

<p>Parámetro: diversidad relativa (DiR).</p> <p>Modelo:</p> $\text{DiR} = \frac{\text{Número de especies por familia}}{\text{Número total de especies}} \times 100$ <p>Descripción: expresa cuán diversa es una familia en base al número de especies por las que está representada.</p> <p>Interpretación: La familia más diversa es la que alcanza el porcentaje más alto.</p>
<p>Parámetro: densidad absoluta (D).</p> <p>Modelo:</p> $D = \frac{\text{Número total de individuos por especie}}{\text{Total del área muestreada}}$ <p>Descripción: es el número de individuos existentes en un área determinada.</p> <p>Interpretación: la especie con más densidad es la que tiene un mayor número de individuos por hectárea.</p>
<p>Parámetro: densidad relativa (DR)</p> <p>Modelo:</p> $\text{DR} = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$ <p>Descripción: es el número de individuos de una especie expresada como una proporción del número total de individuos de todas las especies.</p> <p>Interpretación: la especie con mayor densidad relativa es la que tiene el porcentaje más alto.</p>
<p>Parámetro: frecuencia relativa (FR).</p> <p>Modelo:</p> $\text{FR} = \frac{\text{Número de parcelas en las que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencias de todas las especies}} \times 100$ <p>Descripción: es el número de ocurrencia de una especie en el área de muestreo.</p> <p>Interpretación: se expresa en porcentaje.</p>
<p>Parámetro: Índice de Valor de Importancia (IVI)</p> <p>Modelo:</p> $\text{IVI} = \frac{\text{DR} + \text{FR}}{2}$ <p>Descripción: es la suma de la densidad y la frecuencia relativa.</p> <p>Interpretación: se expresa en porcentaje.</p>
<p>Parámetro: Diversidad alfa</p> <p>Modelo:</p> <p>Índice de Shannon-Wiever (H'): $H' = -\sum_{i=1}^S (P_i)(\log_2 P_i)$; $E = H/\ln S$</p> <p>Descripción: S=número de especies; Pi=proporción total de la muestra que corresponde a la especie i; ln=logaritmo natural; E=índice de equitatividad.</p> <p>Interpretación: Div. Baja: 0-0,35; Div. Media: 0,36-0,7; Div. Alta: 0,71-1.</p>

Fuente: Aguirre y Yaguana, 2012.

Finalmente, se analizó el endemismo de las especies registradas en el área de muestreo, para lo cual se utilizó el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador (Jorgensen y León-Yáñez, 1999) y el Libro Rojo de las Especies Endémicas del Ecuador (Valencia *et al.*, 2000).

3.3. Metodología para estimar el contenido de biomasa de acuerdo a las categorías de biomasa aérea y necromasa

Para estimar el contenido de biomasa almacenada en el páramo del sector de Cajanuma dentro del PNP, se utilizó la metodología establecida por Báez *et al.*, (2014), misma que fue parcialmente modificada para adaptarla a la realidad del sitio en estudio, en dicha metodología se considera únicamente la biomasa aérea (plantas vasculares y briófitos) y la necromasa (biomasa muerta).

3.3.1. Muestreo de biomasa

Para medir la biomasa vegetal (biomasa aérea y necromasa), se seleccionó un segundo cuadrante de 1m² (1 x 1 m); en éste se delimitaron dos franjas verticales de 0,1 m² (1,0 x 0,1 m), ubicadas en los extremos derecho e izquierdo de cada cuadrante, para lo cual se utilizó el método directo o destructivo que consistió en colectar con una podadora jardinera toda la biomasa al ras del piso. Las esquinas de las franjas se marcaron permanentemente con tubos de PVC pintados de color rojo, para evitar futuros muestreos en ese lugar del cuadrante (Figura 4). Finalmente la biomasa colectada se almacenó en bolsas plásticas de color blanco las cuales fueron analizadas posteriormente en laboratorio.



Figura 4. Muestreo de biomasa: a. Franjas de 0,1 m² de los extremos derecho e izquierdo para la cosecha de biomasa. b. Cosecha de biomasa.

3.3.2. Categorización de biomasa

Las muestras de biomasa colectadas *in situ*, se llevaron al laboratorio donde fueron clasificadas de acuerdo a las categorías: biomasa aérea (plantas vasculares y briófitos) y necromasa (biomasa muerta). Una vez clasificadas las muestras, éstas fueron colocadas dentro de una bolsa de papel de acuerdo a cada categoría. Finalmente se sellaron y se codificaron, para su posterior identificación y obtención del peso de la biomasa en seco.

3.3.3. Secado y pesaje de biomasa

La biomasa fresca fue colocada dentro de una estufa a una temperatura de 80°C durante 48 horas, para posteriormente obtener el peso de las muestras en estado seco, utilizando para el pesaje una balanza digital (Apéndice 8).

Pasadas 48 horas las muestras de biomasa ya en estado seco fueron extraídas de la estufa y se pesaron en una balanza digital. Para ello fue necesario colocar la materia seca en una bandeja plástica y posteriormente sobre la balanza la misma que fue encerada antes de proceder con el pesaje (Apéndice 9). Para el registro de información se utilizó la matriz que se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Matriz para el registro de información de biomasa en el área de monitoreo dentro del PNP.

Colector botánico:		X:	Y:	Z:
Fecha:		Descripción del sitio:		

N°	Código	Peso (<i>gr/0,1m²</i>)		
		Biomasa aérea		Necromasa
		Plantas vasculares	Briófitos	
1				
2				

3.3.4. Metodología para el análisis de información

Los aportes de biomasa aérea y necromasa, fueron promediados y expresados en gramos de peso seco por superficie de muestreo ($g/0,1 m^2$), cuyos resultados se presentaron en toneladas por hectárea (t/ha) en un gráfico de barras (Figuras 13 y 14). El software que se utilizó para el análisis estadístico de la información fue una hoja de cálculo de Microsoft Excel, basado en la aplicación de la siguiente expresión:

$$\overline{BVT} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{N}$$

Donde;

\overline{BVT} _valor medio de biomasa vegetal total (t/ha),

x_i _sumatoria de los aportes de cada una de las muestras, desde la primera, hasta la muestra número 60,

N _total de las muestras (60 muestras).

3.4. Metodología para difundir los resultados a la comunidad científico-técnica universitaria y autoridades interesadas, para su conocimiento y aplicación

Considerando el grado de importancia y la representatividad de la información en el medio, se realizó la difusión de información mediante actividades previamente planificadas. Se elaboró un artículo científico titulado “Diversidad florística y estimación de biomasa vegetal en el ecosistema páramo del sector Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus”, en el cual se indican y analizan los resultados sobre la estimación del contenido de biomasa aérea (peso seco) y necromasa. Además, se elaboró un documento en el que se describe información relevante sobre la composición y estructura florística del páramo en el sector de Cajanuma del PNP. Finalmente se realizó una exposición al personal del Centro de Investigaciones Tropicales del Ambiente y Biodiversidad (CITIAB) de la UNL y personal interesado en investigaciones en ésta temática, metodología, resultados y experiencias de campo obtenidos durante el desarrollo de la presente investigación.

4. RESULTADOS

4.1. Descripción del área de monitoreo

El área de monitoreo consideró tres bloques que en conjunto suman una superficie de 1 260 m², ubicados en el ecosistema páramo de la cordillera oriental de los Andes, en el sector de Cajanuma dentro del PNP (Figura 5). Para la caracterización florística y la estimación de biomasa, se consideró una superficie de monitoreo de 30 m² respectivamente. Los cuadrantes de monitoreo se ubican a una altitud de 3 200 msnm. La principal vía de acceso es desde el refugio ubicado dentro del PNP, siguiendo el sendero “Río Sabanilla” a una distancia aproximada de 2,5 km.

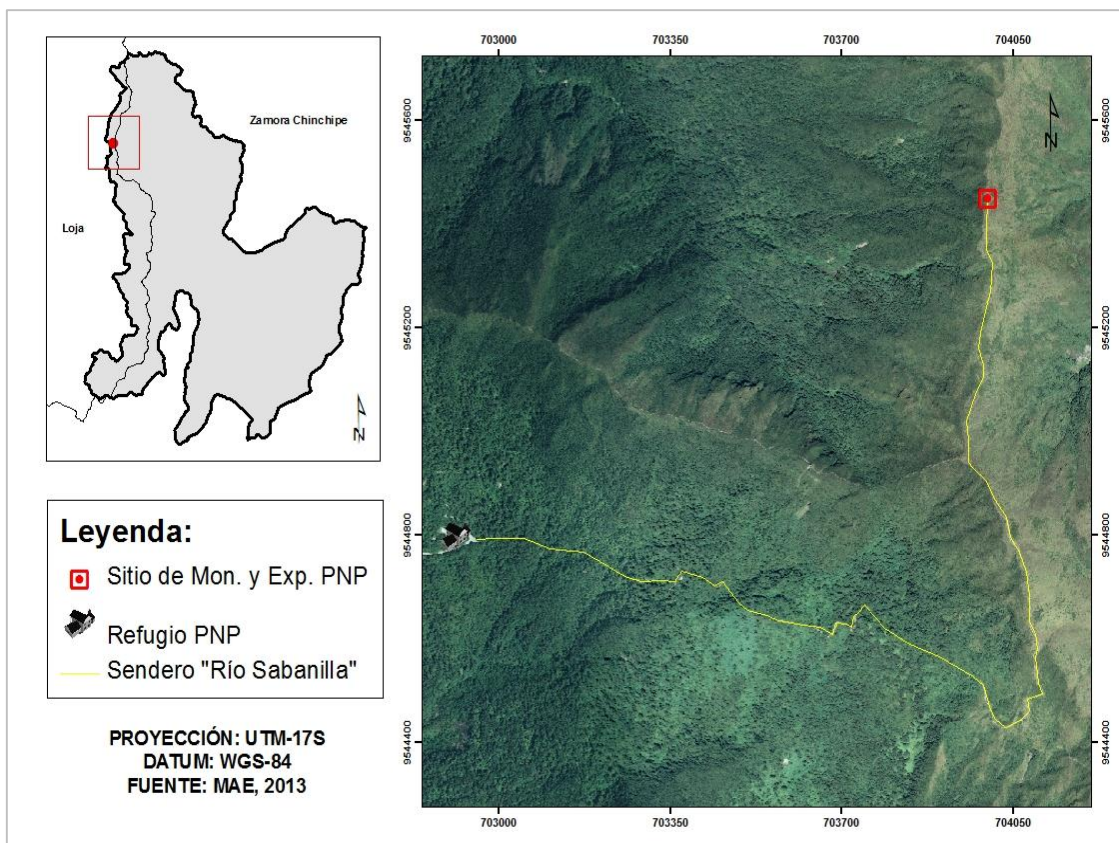


Figura 5. Ubicación espacial del “Sitio de monitoreo y experimentación, Parque Nacional Podocarpus”.

Fuente: MAE (2013).

4.2. Composición y estructura de las comunidades vegetales

Se registraron 1 367 individuos pertenecientes a 66 especies, 49 géneros y 32 familias. Debido a la proximidad entre bloques, los factores como: altitud y pendiente del terreno no difieren, por ende la composición florística y estructura es similar. Así por ejemplo, en el bloque N° 1 se registraron 514 individuos repartidos 24 familias, 36 géneros y 46 especies, en el bloque N° 2 se registraron 315 individuos repartidos en 21 familias, 32 géneros y 41 especies, finalmente en el bloque N° 3 se registraron 538 individuos repartidos en 23 familias, 35 géneros y 45 especies (Apéndices 10 y 11).

De las 66 especies registradas en el área de monitoreo, 14 son endémicas para el Ecuador, entre ellas: *Tillandsia aequatorialis*, *Puya maculata*, *Huperzia austroecuadorica*, *Diplostephium espinosae*, entre otras. En el Cuadro 7 se detalla el registro de todas las especies endémicas, además se indica su estado de conservación de acuerdo a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

Cuadro 7. Especies endémicas del Ecuador y estado de conservación según la UICN.

N°	Familia	Especie	Categoría UICN
1	Bromeliaceae	<i>Puya maculata</i> L.B. Sm.	LC
2	Alstromeliaceae	<i>Bomarea brachysepala</i> Benth	NT
3	Asteraceae	<i>Gynoxys cuicochensis</i> Cuatrec.	NT
4	Asteraceae	<i>Diplostephium espinosae</i> Cuatrec.	NT
5	Melastomataceae	<i>Brachyotum campii</i> Wurdack	NT
6	Asteraceae	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	VU
7	Bromeliaceae	<i>Tillandsia aequatorialis</i> L.B. Sm.	VU
8	Geraniaceae	<i>Geranium loxense</i> Halfdan-Niels	VU
9	Lycopodiaceae	<i>Huperzia austroecuadorica</i> B.Øllg.	VU
10	Melastomataceae	<i>Miconia stenophylla</i> Wurdack	VU
11	Poaceae	<i>Neurolepis asymmetrica</i> L.G.Clark	VU
12	Rosaceae	<i>Rubus laegaardii</i> Romoleroux	VU
13	Thelypteridaceae	<i>Thelypteris euthythrax</i> A.R. Sm.	VU
14	Melastomataceae	<i>Miconia dodsonii</i> Wurdack	EN

Descripción: Preocupación menor (LC), Casi amenazada (NT), Vulnerable (VU) y En peligro (EN).

Por otro lado, según se observa en la curva especie/área, cuya tendencia indica estabilización a partir del cuadrante número 24, el muestreo florístico realizado en 30 cuadrantes de 1 m² cada uno, es representativo de la diversidad florística en el páramo del sector de Cajanuma, PNP, y puede considerarse información representativa de la flora en éste ecosistema (Figura 6).

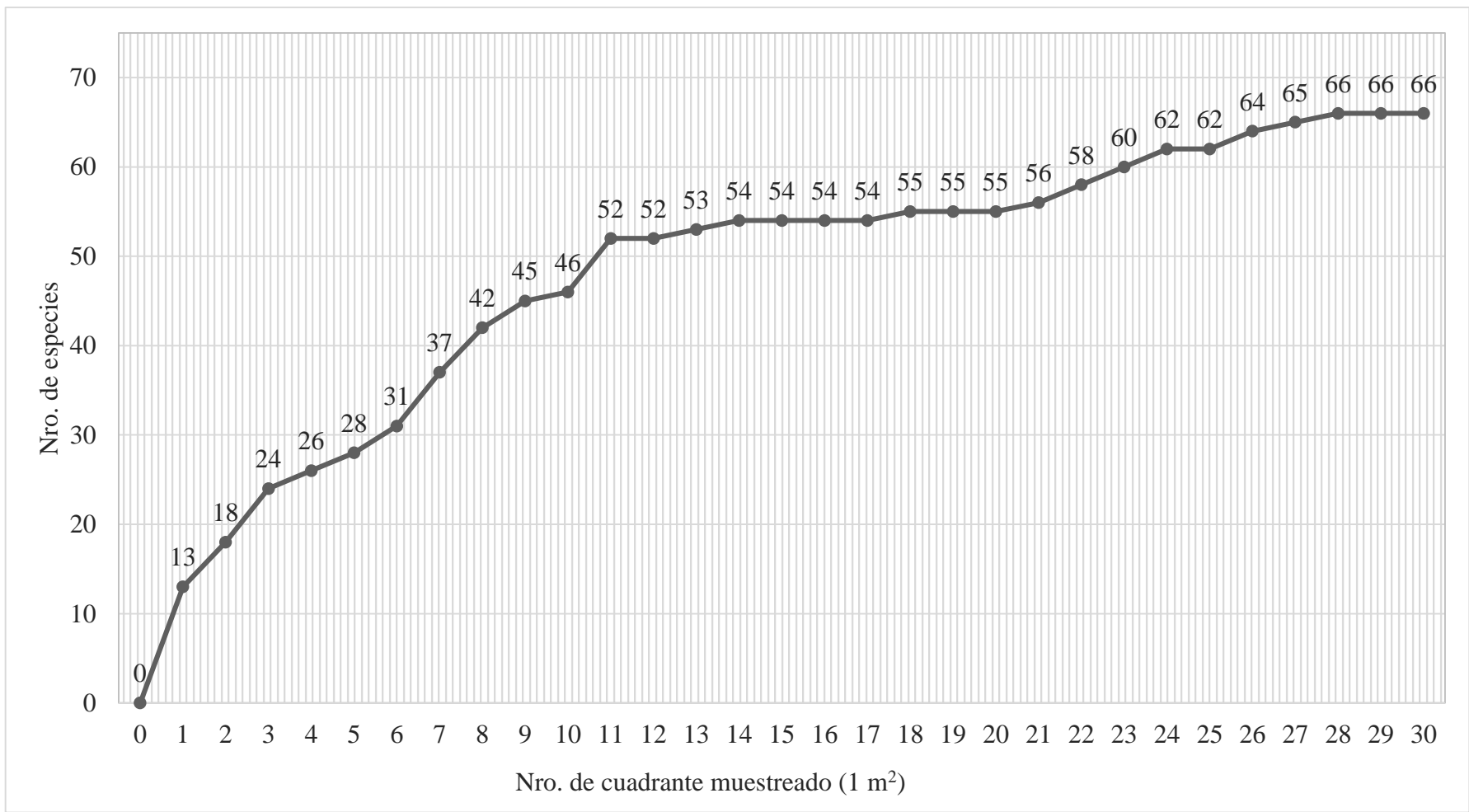


Figura 6. Representación gráfica de la curva especie/área, en la que se indica la representatividad del total de cuadrantes de 1 m² definidos para el muestreo de flora.

4.2.1. Parámetros estructurales

Se describen características de la diversidad relativa (DiR), densidad absoluta y relativa (D, DR), frecuencia relativa (FR), índice de valor de importancia (IVI), y la diversidad alfa, ésta última determinada en base al cálculo del índice de diversidad de Shannon-Weaver; además, se incluye datos sobre el porcentaje de cobertura de ocho especies más representativas registradas en el área de muestreo.

4.2.1.1. Diversidad relativa

Las familias con mayor diversidad relativa son: Asteraceae con nueve especies (13,6 %), Ericaceae con ocho especies (12,1 %) y Melastomataceae con seis especies (9,1 %); mientras que las familias con menor diversidad relativa son: Rubiaceae, Thelypteridaceae y Xyridaceae, cada una con tan solo una especie (1,5 %). En la Figura 7 se indica la diversidad relativa de las ocho familias más diversas, mientras que en el Apéndice 10, se muestran los valores de diversidad para todas las familias registradas.

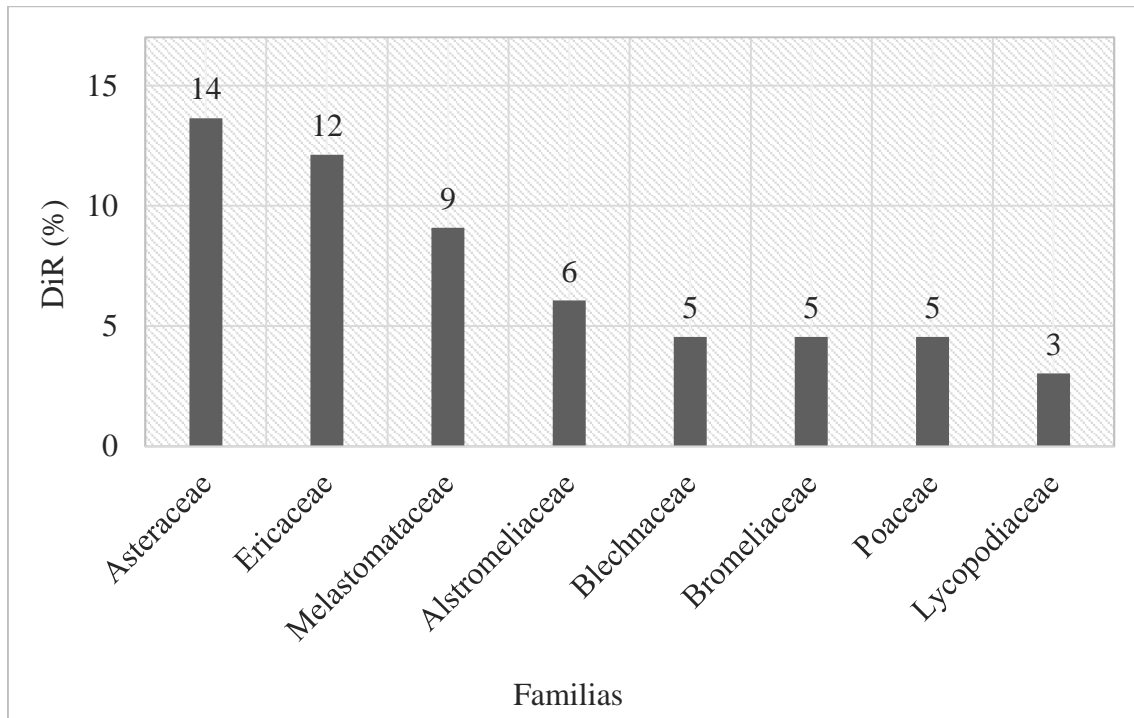


Figura 7. Diversidad relativa de ocho familias representativas en el área de muestreo florístico, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.

4.2.1.2. Densidad absoluta y densidad relativa

Las especies con mayor número de individuos por superficie son: *Tillandsia aequatorialis* con 141 individuos en 30 m² y 47 000 ind/ha, *Hypericum lancioides* con 106 individuos en 30 m² y 35 333 ind/ha, *Vaccinium floribundum* con 105 individuos en 30 m² y 35 000 ind/ha; mientras que las especies con menor número de individuos por superficie son: *Halenia weddelliana*, *Miconia bullata* y *Oreopanax andreanus*, cada una con un solo individuo en 30 m² y 333 ind/ha. En la Figura 8 se muestran las especies más abundantes, las cuales cubren el 55,7 % del total de la superficie muestreada, y en el Apéndice 11 se indican los valores de densidad absoluta y relativa correspondientes para todas las especies.

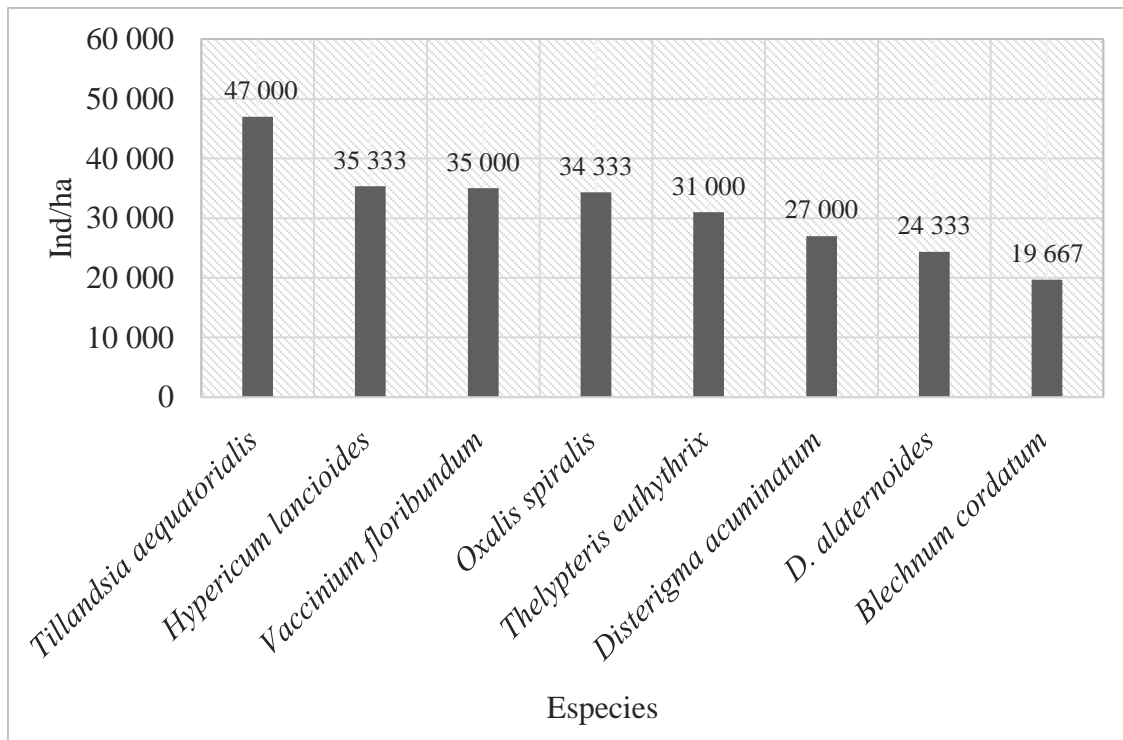


Figura 8. Densidad absoluta de ocho especies con mayor número de individuos por hectárea, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.

4.2.1.3. Frecuencia relativa

Las especies más frecuentes registradas en el área de monitoreo son: *Neurolepis asymmetrica* con frecuencia relativa de 93,3 %, por estar registrada en 28 de los

30 cuadrantes de 1 m², *Blechnum cordatum* con frecuencia de 73,3 %, registrada en 22 cuadrantes de 1 m², *Calamagrostis macrophylla* y *Vaccinium floribundum* con frecuencia de 63,3 % respectivamente, registradas en 19 cuadrantes de 1 m²; mientras que las especies menos frecuentes son: *Miconia* sp., *Oreopanax andreanus* y *Weinmannia fagaroides*, cada una con frecuencia relativa de 3,3 %, por estar presentes solamente en un cuadrante de 1 m². En la Figura 9 se indican las ocho especies con mayor frecuencia relativa, y para el resto de especies en el Apéndice 12.

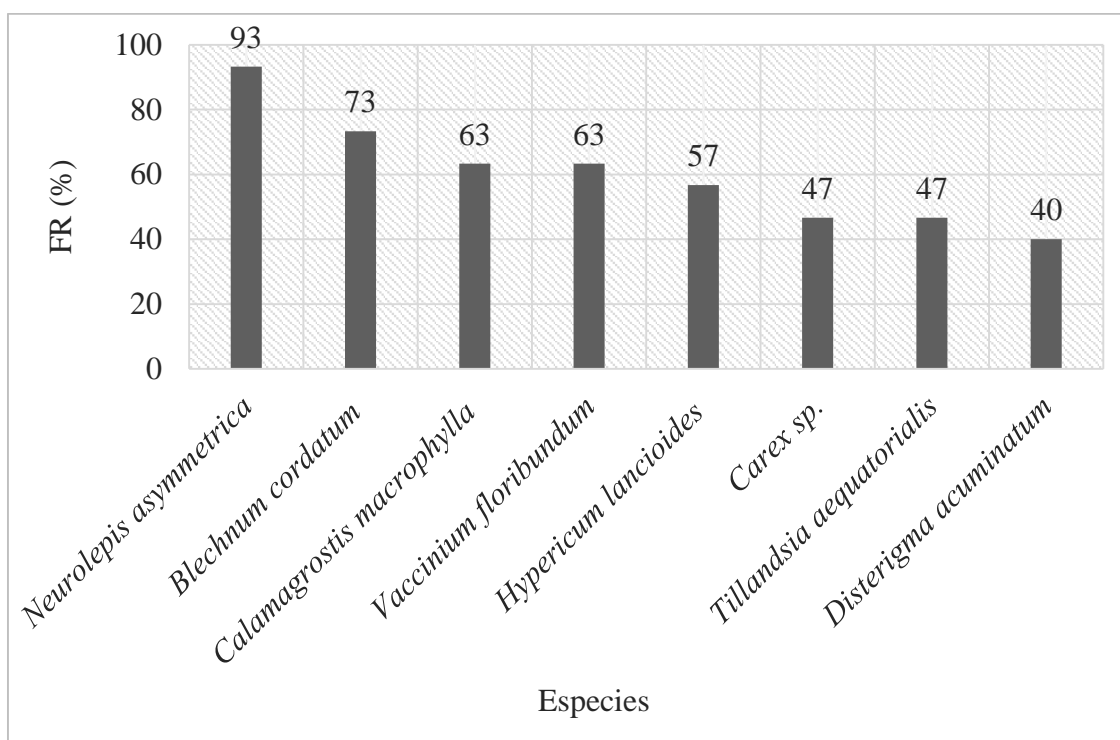


Figura 9. Frecuencia relativa de ocho especies con mayor aparición en el área de muestreo florístico, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.

4.2.1.4. Índice de Valor de Importancia

Las especies ecológicamente más importantes, es decir aquellas con mayor índice de valor de importancia son: *Blechnum cordatum* (77,6 %), *Vaccinium floribundum* (71,0 %) e *Hypericum lancioides* (64,4 %); mientras que las especies con menor IVI son: *Halenia weddelliana*, *Miconia bullata* y *Oreopanax andreanus*, con un valor de IVI de 3,4 % respectivamente. Las ocho especies ecológicamente más importantes se

muestran en la Figura 10, y para todas las especies registradas en el área de muestreo, se presenta en el Apéndice 13.

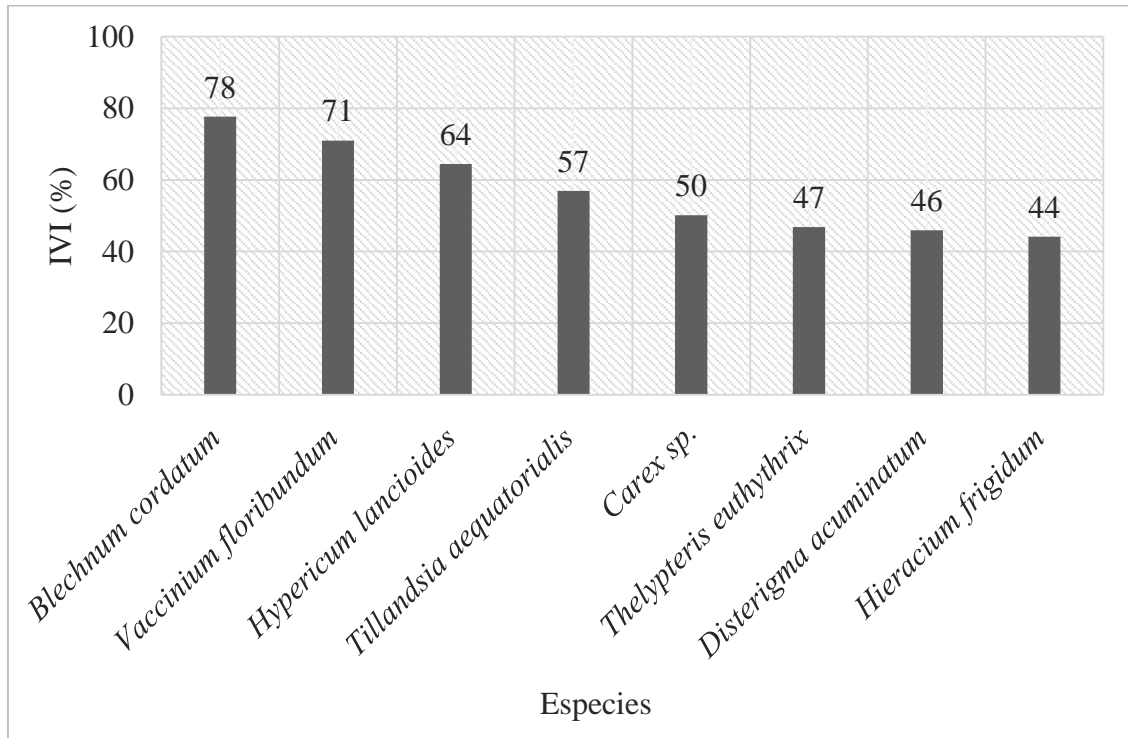


Figura 10. Especies ecológicamente más importantes, registradas en el ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.

4.2.1.5. Porcentaje de cobertura

Es importante señalar que en el área de monitoreo del PNP, se muestreó la cobertura por tipos de vegetación considerando cada especie registrada, de manera que el porcentaje de cobertura puede sobrepasar el 100 %. Razón por la cual la sumatoria de porcentaje de los tipos de cobertura identificados es de 113,2 %.

Para el caso de las plantas vasculares se registró un porcentaje de cobertura del 78,7 % (Figura 11). Lo que destaca la riqueza florística del páramo en el sector de Cajanuma y la presencia de diferentes estratos que permiten que casi toda la superficie del suelo se encuentre cubierta por algún tipo de vegetación. El porcentaje de cobertura de la categoría briófitos cubiertos por plantas vasculares es de 30,6 %, seguido de la categoría

líquenes que alcanza 3 % y finalmente se encuentra la categoría de suelo desnudo con solo el 0,9 %.

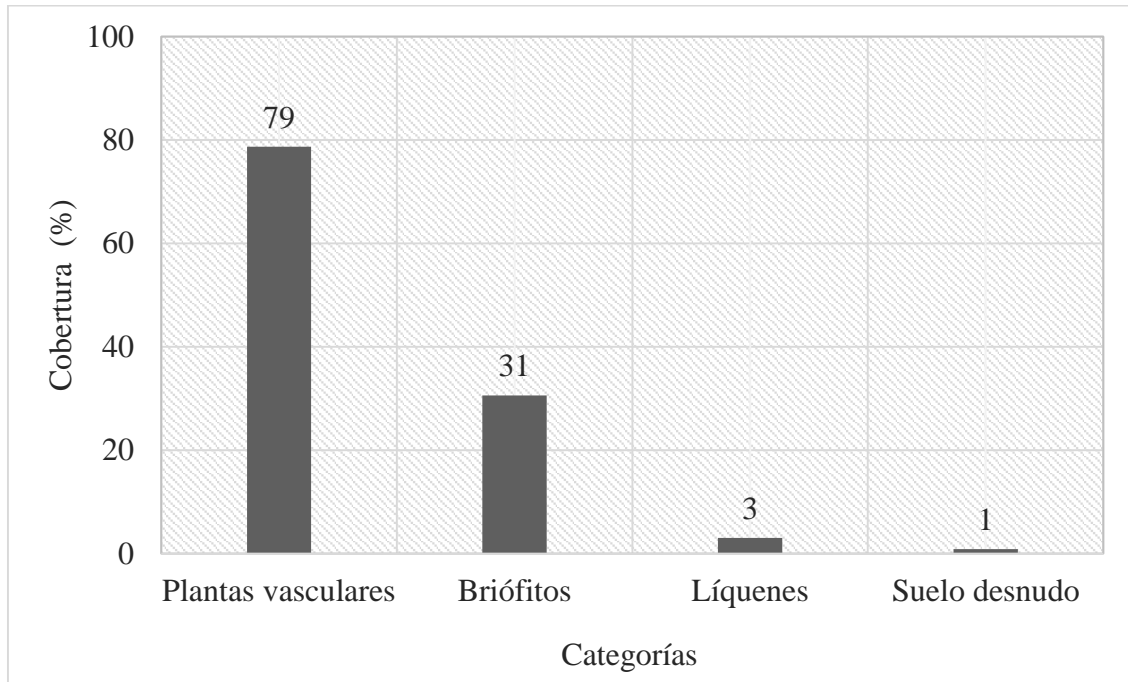


Figura 11. Porcentaje de cobertura por categorías registradas en el área de monitoreo del PNP.

Dentro de la categoría plantas vasculares, las especies con mayor porcentaje de cobertura son: *Neurolepis asymmetrica* con 34,2 17%, *Tillandsia aequatorialis* con 14,35 %, e *Hypericum lancoides* con 10,54 %; mientras que las especies con menor porcentaje de cobertura son: *Hymenophyllum fucoides*, *Miconia* sp., y *Oreopanax andreanus* con porcentaje de cobertura de 0,04 % respectivamente. En la Figura 12 se muestra el porcentaje de cobertura de las especies representativas y el porcentaje de cobertura de todas las especies registradas se muestra en el Apéndice 14.

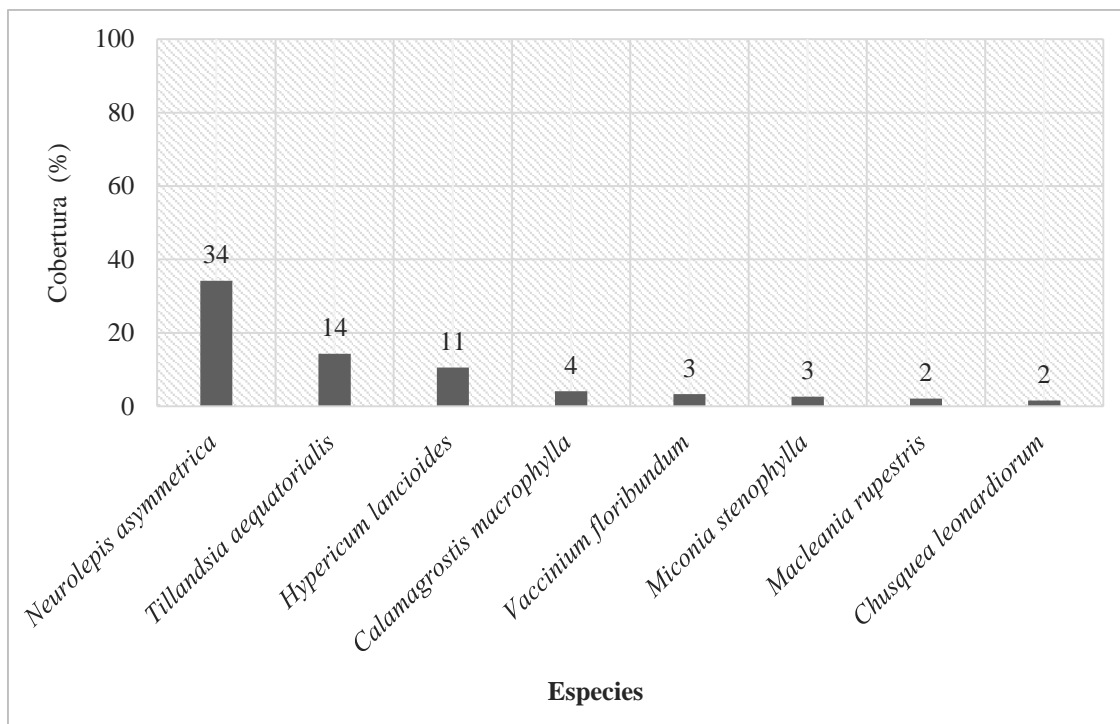


Figura 12. Porcentaje de cobertura de ochos especies de flora representativas en el área de monitoreo florístico en el páramo, sector de Cajanuma del PNP.

4.2.1.6. Diversidad alfa

La diversidad alfa se analizó en base a la aplicación del índice de diversidad de Shannon-Wiener; el cual con un valor de 0,82 indica que en el ecosistema páramo del sector de Cajanuma en el PNP, existe una diversidad florística alta. Los detalles del análisis de la diversidad alfa se indican en el Apéndice 15.

4.3. Estimación de biomasa aérea y necromasa disponible en el páramo de Cajanuma, PNP

En el Cuadro 8 se indican los valores medios del contenido de biomasa para las categorías: biomasa aérea y necromasa, y la estimación completa se presenta en el Apéndice 16.

Cuadro 8. Valores medios de peso seco (t/ha) de biomasa aérea (plantas vasculares y briófitos) y necromasa almacenados en el ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.

Categoría	Parámetro			
	S^2	S	$\sigma_{\bar{x}}$	\bar{x} (t/ha)
Biomasa aérea	35,48	5,96	0,77	9,35
Necromasa	8,52	2,92	0,38	5,42
Total				14,76

Descripción: S^2 = varianza, S = desviación estándar, $\sigma_{\bar{x}}$ = error estándar; \bar{x} = media aritmética.

El Cuadro 8 indica que en el ecosistema páramo del sector de Cajanuma dentro del PNP, se almacena en promedio 14,76 t/ha de biomasa vegetal. La biomasa aérea, con 9,35 t/ha (63,3 %) es la categoría con mayor aportación al contenido total de biomasa vegetal; mientras que la necromasa con 5,42 t/ha (36,7 %) representa la categoría con menor aportación. En la Figura 13 se indican el valor medio y error estándar correspondientes a cada categoría; para cuyo caso, se observa mayor variabilidad en la biomasa aérea (con error estándar de 0,77); mientras que los valores con menor variabilidad corresponden a la necromasa (con error estándar de 0,38).

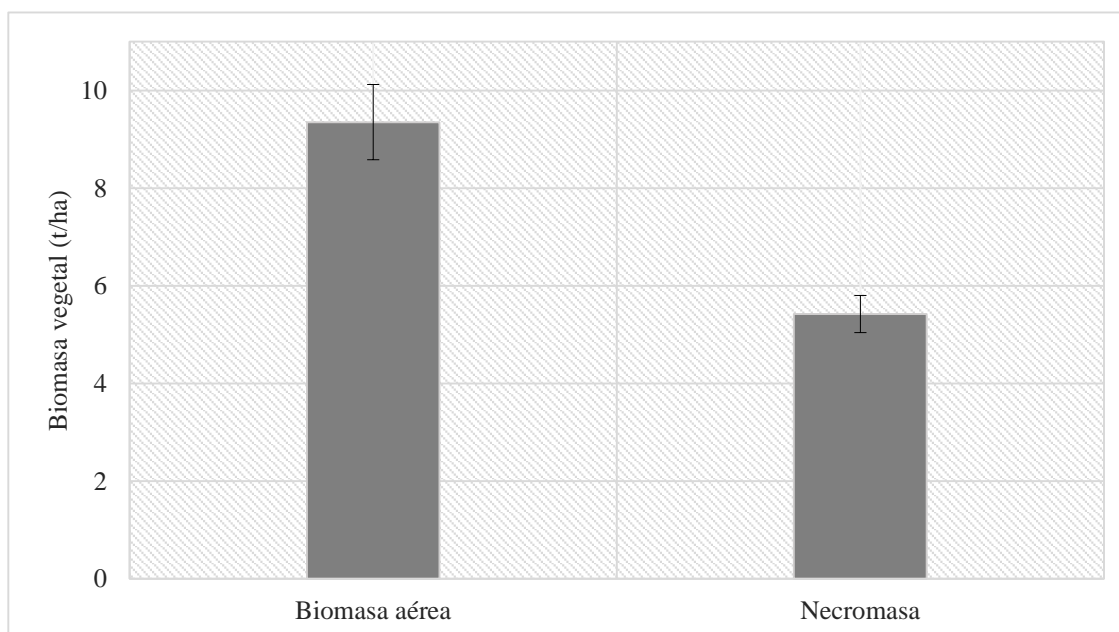


Figura 13. Valores medios y error estándar de biomasa en peso seco (t/ha) almacenada en el ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.

Con el propósito de conocer cómo los briófitos, en relación a las plantas vasculares, contribuyen al contenido total de biomasa aérea, se promedió de manera individual el aporte en gramos de peso seco por superficie de muestreo ($\text{g}/0,1 \text{ m}^2$), transformados en t/ha cuyos valores medios pueden observarse en el Cuadro 9, mientras que la estimación completa se presenta en el Apéndice 17.

Cuadro 9. Valores medios del contenido de biomasa aérea (t/ha) almacenado en las plantas vasculares y briófitos del páramo, sector de Cajanuma, PNP.

Categoría	Componente	Parámetro			
		S^2	S	$\sigma_{\bar{x}}$	\bar{x} (t/ha)
Biomasa aérea	Plantas vasculares	14,21	3,77	0,49	4,96
	Briófitos	16,12	4,01	0,52	4,39
Total					9,35

Descripción: S^2 = varianza, S = desviación estándar, $\sigma_{\bar{x}}$ = error estándar; y, \bar{x} = media aritmética.

En el Cuadro 9, se puede observar que la aportación individual de las plantas vasculares al contenido total de biomasa aérea es de 4,96 t/ha cuyo valor representa el 53 % y para el caso de los briófitos la aportación es de 4,39 t/ha lo que representa el 47 %. Ello indica que los briófitos en relación a las plantas vasculares, representan un importante componente en la contribución de biomasa aérea en el páramo del Parque Nacional Podocarpus. En la Figura 14, se indican los valores medios de biomasa aérea en relación a los componentes plantas vasculares y briófitos; además, se presentan los valores de error estándar del promedio, en el que es evidente la mayor variabilidad para el caso de los briófitos con error estándar de 0,52; mientras que los valores con menor variabilidad corresponden a las plantas vasculares con error estándar de 0,49.

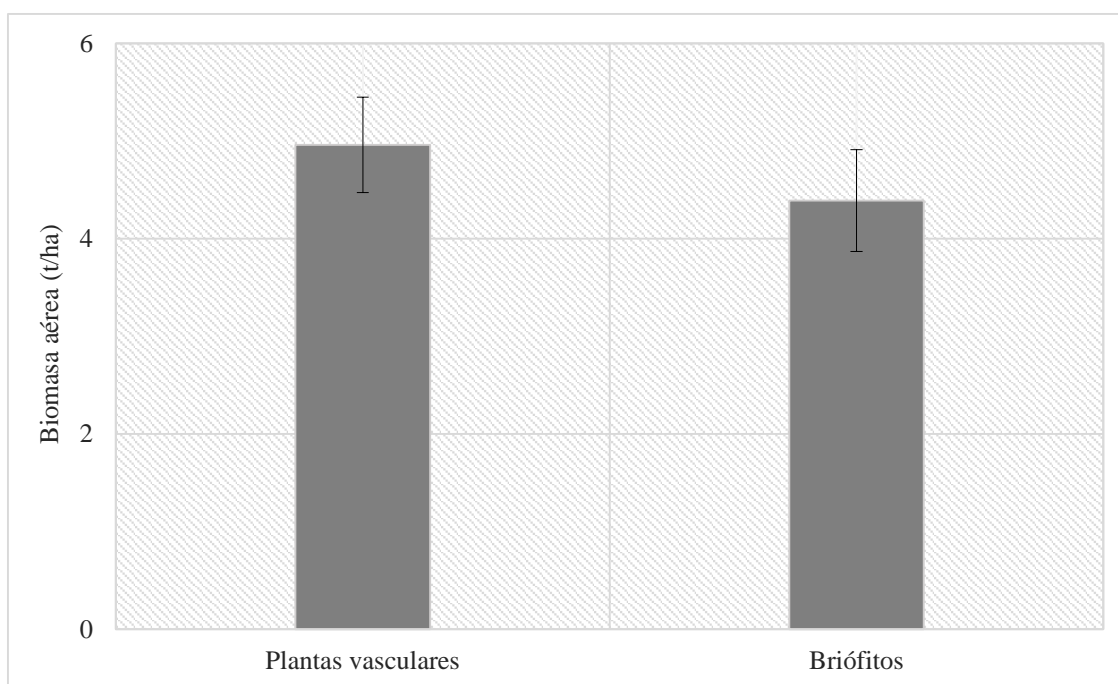


Figura 14. Valores medios (t/ha) y error estándar de biomasa aérea (peso seco) de plantas vasculares y briófitos, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.

4.4. Difusión de resultados a la comunidad científico-técnica universitaria y autoridades interesadas, para su conocimiento y aplicación

Como parte de la divulgación del trabajo realizado se elaboró un artículo científico titulado “Diversidad florística y estimación de biomasa vegetal en el ecosistema páramo del sector de Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus”, en el que se indican y analizan los resultados sobre la estimación del contenido de biomasa vegetal en base al muestreo de biomasa aérea y necromasa en el “Sitio de Monitoreo y Experimentación, PNP”.

Los resultados de la investigación fueron socializados en una conferencia al personal del CITIAB de la UNL y al personal interesado en investigaciones sobre el tema desarrollado (Figura 15). Además, se compartieron experiencias del trabajo de campo basadas en la temática planteada dentro de la investigación.



Figura 15. Socialización de resultados al personal del CITIAB de la UNL y al personal interesado en investigaciones sobre el tema desarrollado.

5. DISCUSIÓN

5.1. Composición y estructura de las comunidades vegetales del páramo de Cajanuma en el PNP

El “Sitio de Monitoreo y Experimentación del PNP”, está situado en el filo de la Cordillera Oriental de los Andes (Vargas *et al.*, 1999). Según el Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013), se ubica dentro del ecosistema: Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo, con características ecológicas particulares que hacen de éste un ecosistema único en el país; así por ejemplo, se evidencia la presencia de arbustos frecuentemente dispuestos en parches de hasta 3 m de altura, mezclados con pajonales amacollados. Se considera un ecosistema diferente localizado sobre la línea de bosque (Ramsay, 1992; Josse *et al.*, 2003); sin embargo otros autores lo consideran como una franja del ecosistema de bosque montano alto (Cuatrecasas, 1954; Cleef, 1981).

La composición y estructura florística registrada en las parcelas permanentes de éste estudio (30 parcelas permanentes de 1 m²) comprende 66 especies, lo que representa el 73 % de las especies registradas por Alulima y Cajamarca (2013), en 48 parcelas de muestreo (48 m²) en tres sitios del ecosistema páramo del PNP. Ello indica que el sitio de monitoreo y experimentación PNP comprende una muestra representativa de la diversidad florística del páramo en el sector de Cajanuma, tomando en consideración que representa una sola área de monitoreo, frente a las tres evaluadas por dicho estudio. No obstante, los resultados obtenidos en la curva especie/área, misma que no se ha estabilizado en su totalidad, hacen evidente la necesidad de extender la superficie de muestreo y así obtener mayor representatividad. Recordando que el área mínima de muestreo para los páramos está por encima de los 20 m² (Eguiguren y Ojeda, 2009). Bajo ésta perspectiva, Guzmán y Salinas (2010) realizaron un estudio para conocer la diversidad florística del páramo en el PNP en función de la gradiente altitudinal, en el que se identificaron 104 especies en 96 m², además se muestreó un mayor porcentaje de diversidad florística, encontrándose 38 especies más que en el presente estudio, y a la vez se logró la estabilización del curva especie/área.

Las familias más diversas en el sitio de monitoreo y experimentación del PNP, forman una figura típica que se asemeja a una “J” invertida, donde Asteraceae, Ericaceae y Melastomataceae comprenden el mayor número de especies, por consiguiente se convierten en las familias que caracterizan a los páramos del sur de Ecuador, tal como lo indica Izco *et al.*, (2007). De la misma manera, en estudios realizados por varios autores se ha logrado determinar que las familias Asteraceae, Ericaceae, Bromeliaceae y Poaceae, por registrar el mayor número de especies, son las familias que caracterizan a los páramos en el Sur de nuestro país (Herbario Loja, 2000; Eguiguren y Ojeda, 2009; Alulima y Cajamarca, 2013).

En cuanto al número de individuos, las bromelias, específicamente *Tillandsia aequatorialis*, con hábito de crecimiento herbáceo, es la especie más abundante, lo que concuerda con un estudio realizado por Alulima y Cajamarca (2013), quienes han evidenciado una tendencia de incremento de especies herbáceas a partir de los 3 270 msnm. De la misma manera Mazzola *et al.*, (2008), manifiestan que a medida que aumenta la gradiente altitudinal, incrementa la abundancia de hierbas y disminuyen los arbustos quedando en las posiciones más elevadas pocos individuos y de manera aislada. Sin embargo, es preciso señalar que a más de las hierbas es evidente la abundancia de especies arbustivas como es el caso de *Hypericum lancioides*, *Disterigma acuminata*, etc., ello debido a que el sitio de monitoreo y experimentación del PNP se encuentra ubicado en una zona de transición (ecotono) entre el bosque andino y el páramo. En relación al cambio climático, el muestreo en los ecotonos es de fundamental importancia para determinar el posible cambio del límite y predecir el destino de las especies a mayores altitudes (Kazakis *et al.*, 2007).

Las especies más frecuentes en el sitio de monitoreo y experimentación del PNP pertenecen a las familias: Blechnaceae, Ericaceae, Clusiaceae, Bromeliaceae y Cyperaceae. Ello concuerda con un estudio realizado por Eguiguren y Ojeda (2009), quienes además indican que las especies pertenecientes a estas familias pueden ser encontradas en más del 50 % de la superficie muestreada. Lo cual, según Mostacedo y Fredericksen (2000), se debe principalmente al patrón de distribución de las especies y al número de individuos.

En cuanto a la cobertura de las categorías de superficie, las plantas vasculares representan el mayor porcentaje de cobertura, con valores superiores al 70 %. Esto es corroborado por los estudios realizados por (Eguiguren y Ojeda, 2009; Alulima y Cajamarca, 2013), quienes manifiestan que el elevado porcentaje de cobertura de las plantas vasculares representa la riqueza florística de los páramos en el sur de Ecuador, sumado a la presencia de diferentes estratos que hacen que casi toda la superficie se encuentre cubierta por algún tipo de vegetación. Así mismo, los briófitos cubren gran porcentaje de la superficie (30 %), razón por la cual Richter y Moreira (2005), los consideran fitoindicadores que permiten determinar la variación de patrones hídricos y térmicos en el monitoreo de los impactos del cambio climático. Finalmente, los bajos porcentajes de cobertura de suelo desnudo (1 %) indican que se trata de ecosistemas con poca o sin intervención antrópica (Vargas *et al.*, 1999).

En relación a las especies más dominantes en términos de cobertura, *Neurolepis asymmetrica*, *Tillandsia aequatorialis*, *Hypericum lancioides*, *Calamagrostis macrophylla*, *Vaccinium floribundum* y *Miconia stenophylla* son las más conspicuas, lo que es evidente no solo en los cuadrantes de muestreo, sino en todo el sitio de monitoreo y experimentación del PNP. Ello indica que las familias Poaceae, Bromeliaceae, Clusiaceae, Ericaceae y Melastomataceae se encuentran bien representadas por especies características de los páramos húmedos y poco intervenidos en el sur de Ecuador, característica que los hace diferentes a los páramos del norte, dominados por gramíneas en forma de penachos (Herbario Loja, 2000; Aguirre *et al.*, 2002; Becking, 2004).

Mediante el presente análisis se puede decir que los páramos del PNP en el sector de Cajanuma, en cuanto a diversidad florística son diferentes a los del norte de Ecuador. Ello se debe a la inexistencia de patrones definidos de distribución florística (Eguiguren y Ojeda, 2009), cuya irregularidad se debe principalmente a que no se encuentran definidos los ramales de la cordillera Real de los Andes, existiendo muchas ramificaciones y elevaciones a menor altura, lo que ha dado lugar a varios procesos de especiación típicos de las cadenas andinas tropicales (Becking, 2004; Richter y Moreira, 2005).

5.2. Estimación de biomasa disponible en el páramo del sector de Cajanuma, PNP

En los últimos 200 años el incremento en la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera fue de 280 a 350 ppm, cuyo aumento sigue con una tasa promedio un poco superior a 1 ppm al año (Deans *et al.*, 1996). Bajo ésta perspectiva, en la actualidad se han desarrollado iniciativas basadas en la acumulación de carbono principalmente en los suelos y en la biomasa de los bosques, siendo ésta una importante medida que permitirá reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Cunalata & Inga, 2012).

Los resultados de varios estudios indican que los ecosistemas de alta montaña o páramos, en buen estado de conservación, tienen la capacidad de almacenar la mayor cantidad de CO₂ a nivel mundial (Hofstede, 1999; Hofstede y Aguirre, 1999; IPCC, 2007). Lo cual es corroborado por (Hofstede *et al.*, 1998; Sevink, 2009), quienes manifiestan que ello se debe principalmente a la influencia de bajas temperaturas, lo que reduce las tasas de descomposición de materia orgánica. Ante ello, el monitoreo del contenido de carbono en los páramos, ha cobrado gran importancia global, dado el papel potencial que éstos ecosistemas desempeñan como sumideros de carbono y consecuentemente, como reductores de la emisión de GEI (Watson *et al.*, 2000; Houghton *et al.*, 2001).

Pese al importante papel que desempeñan los páramos, como sumideros de carbono, la mayoría de estudios en el sur del Ecuador se han concentrado en determinar la riqueza y abundancia de especies (Nieder *et al.* 2000, Merwin *et al.* 2003, Arévalo & Betancur 2004). De manera que son pocos los estudios realizados para cuantificar el contenido de carbono almacenado en estos ecosistemas, ya sea mediante la estimación de biomasa o mediante el empleo de variables morfométricas, cuyo método evita la extracción del material vegetal para la posterior cuantificación de carbono (Izasa y Betancur, 2009).

El páramo del sector de Cajanuma en el Parque Nacional Podocarpus, es un ecosistema dominado por especies arbustivas pertenecientes a las familias Asteraceae, Ericaceae, Bromeliaceae y Poaceae (Herbario Loja, 2000; Eguiguren y Ojeda, 2009; Alulima y Cajamarca, 2013); conforme a lo que indican los resultados de ésta investigación, en dicho ecosistema se almacena en promedio 14,76 t/ha de biomasa vegetal (peso seco), valor registrado en una superficie de muestreo de 6 m². Respecto a ello, Santín y Vidal (2012), en un estudio realizado para generar una línea base de los principales reservorios de carbono en éste ecosistema, documenta en promedio 12,5 t/ha de biomasa vegetal, en una superficie de muestreo de 80 m². Los valores obtenidos en ambos estudios, son bastante similares, pese a que, se utiliza una superficie de muestreo más grande para el segundo caso.

Por otro lado, en un estudio realizado en el ecosistema páramo de la Reserva Ecológica Yanacocha, con la finalidad de cuantificar el contenido de carbono mediante la estimación de biomasa vegetal, Albán y Granda (2013), registran 19,6 t/ha de biomasa en una superficie de muestreo de 23,5 m². Este valor indica que se produce un poco más de 4 t/ha de biomasa en los páramos del norte (3 900 msnm) frente a los páramos del sur (3 100 msnm), lo cual es corroborado por Hofstede *et al.*, (1998); Mena *et al.*, (2000), quienes indican que en éstos ecosistemas la temperatura desciende 0,6°C por cada 100 m de ascenso en altitud, y a temperaturas bajas existe menor actividad biológica; como consecuencia, el proceso de mineralización de MO tiende a ser mínimo, permitiendo su acumulación en grandes cantidades.

Respecto a lo anterior, es evidente que existe una leve diferencia entre el contenido total de biomasa registrado en los páramos del sur (14,76 t/ha) y aquellos registrados en el norte (19,6 t/ha) de Ecuador. Es importante mencionar que en cuanto a composición y estructura florística, los páramos del sur se consideran ecosistemas diferentes a los del norte (Herbario Loja, 2000; Aguirre *et al.*, 2002; Becking, 2004). En base a ello, y a los resultados obtenidos en este estudio, que muestran el aporte en toneladas de peso seco por hectárea (t/ha), indican que a nivel de categoría (biomasa aérea y necromasa), los páramos del sur difieren completamente a los del norte del país; ya que en nuestro caso, se registró un aporte de biomasa aérea de 9,35 t/ha que representa el 63,3 % del contenido total de biomasa vegetal (14,76 t/ha), mientras que la necromasa aporta 5,42

t/ha y representa el 36,7 %. Lo que concuerda con lo documentado por (Santín y Vidal, 2012; Ayala *et al.*, 2014), quienes registraron mayores valores promedio de biomasa aérea respecto a la necromasa. El aporte al contenido total de biomasa vegetal, es mayor para el caso de la biomasa aérea frente a la necromasa; no obstante éste principio no puede ser demostrado en los páramos del norte, donde Albán y Granda, (2013) registraron para el caso de la biomasa aérea un aporte de 6,55 t/ha y de 13 t/ha de necromasa.

Una posible razón ante éste comportamiento se debe principalmente a la diversidad florística y formas de vida de las especies (Santín y Vidal, 2012; Ayala *et al.*, 2014). En la vegetación arbustiva de los páramos del sur, con dominancia de especies leñosas y de lento crecimiento, cuyas hojas son pequeñas y coriáceas, existe mayor latencia en los tejidos y por ende mayor concentración de biomasa aérea (Guhl, 1982; Llambí *et al.*, 2012). Por otro lado, en los páramos del norte donde predominan las gramíneas (Poaceae), distribuidas en forma de penachos que cubren el suelo casi por completo, en los cuales el 80 % es material muerto, como consecuencia el aporte de la necromasa es considerablemente mayor a la biomasa aérea (Hofstede *et al.*, 1998).

Respecto a la categoría biomasa aérea, cuyo aporte al contenido total de biomasa vegetal es de 9,35 t/ha, mismo que fue clasificado en los componentes plantas vasculares y briófitos, indica una contribución de 4,96 y 4,39 t/ha respectivamente. Lo que a su vez muestra que los briófitos en relación a las plantas vasculares, representan un importante componente en la contribución de biomasa aérea en el páramo. Ello es ratificado por Álvaro *et al.*, (2007) quienes mencionan que en el sustrato suelo de dicho ecosistema, se almacena el mayor número de especies de briófitos, es así que en un estudio realizado por Cevallos, (2013) se encontraron 28 especies clasificadas dentro de 8 órdenes, 21 familias y 24 géneros. En base a ésta información se puede destacar la riqueza de los briófitos en el páramo y su importante contribución a la producción de biomasa y por ende al almacenamiento de carbono.

Luego de éste análisis, puede decirse que la estimación de la biomasa en los ecosistemas de páramo, es crucial para la cuantificación de las reservas de carbono (Dixon *et al.* 1991, Ciesla 1996, Dixon 1995, Begon *et al.* 1996, Brown 1996, Márquez 1997,

Budowski 1999, Malhi y Grace 2000, Snowdon *et al.* 2001). Sin embargo, varios estudios han demostrado que en el proceso de almacenamiento de carbono, el suelo cumple un papel mucho más importante que la biomasa aérea, (Santín y Vidal, 2012; Cunalata, 2013; Ayala *et al.*, 2014); por ende sería útil determinar también la aportación del suelo y así obtener un valor integral sobre el contenido total de carbono. Finalmente, con la presente investigación se busca generar nueva información y llenar los vacíos que actualmente impedirían la cuantificación precisa y la valoración de las reservas de carbono en los páramos del PNP, lo que a su vez representa una enorme oportunidad para explotar el potencial de comercialización de créditos de carbono, como una herramienta para promover la conservación de éste ecosistema.

6. CONCLUSIONES

La diversidad florística del ecosistema páramo del sector de Cajanuma dentro del Parque Nacional Podocarpus, está representada por 1 367 individuos, pertenecientes a 66 especies, 49 géneros y 32 familias en una superficie de muestreo de 30 m², con un valor de diversidad alfa de 0,82; todo ello demuestra la alta diversidad de éste ecosistema, destacándose la importancia ecológica que caracteriza al mismo.

En el ecosistema páramo del sector de Cajanuma, PNP; se almacena en promedio 14,76 t/ha de biomasa vegetal total (peso seco); la biomasa aérea representa la mayor aportación con 9,35 t/ha, mientras que la necromasa aporta 5,42 t/ha; lo cual es atribuido a las características morfológicas de las plantas, cuya latencia en los tejidos permite mayor concentración de biomasa aérea y reduce la contribución de necromasa.

La biomasa aérea, proviene de dos subcategorías: plantas vasculares y briófitos; donde las plantas vasculares aportan 4,96 t/ha (53 %) y los briófitos 4,39 t/ha (47 %); ello indica que las plantas vasculares al igual que los briófitos, representan componentes importantes en la contribución de biomasa aérea.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda usar los resultados de ésta investigación como referencia para nuevos estudios con miras a monitorear de manera continua la incidencia del cambio climático en el funcionamiento y estabilidad de los ecosistemas de páramo, y de ésta manera fomentar la generación de propuestas desde una escala local hacia un contexto regional y nacional.

En el “Sitio de Monitoreo y Experimentación del PNP” se puede incluir investigaciones referentes a la hidrología, suelos y variables meteorológicas, utilizando rangos altitudinales diferentes; así como también estudios de anfibios y microorganismos, con los cuales se puede complementar los indicadores del cambio climático en los páramos de la región sur del país.

Para la estimación de biomasa aérea, sería útil emplear metodologías de extrapolación del peso seco derivadas de las características morfológicas de las plantas, de ésta manera se lograría minimizar los efectos destructivos que conllevan el muestreo directo de la biomasa, evitándose la perturbación de ecosistemas, lo cual afecta la conservación de las especies.

Finalmente sería importante estandarizar los protocolos y metodologías para ser aplicados en ecosistemas de páramo, que no estén bajo el Sistema de Áreas Protegidas del país; de ésta manera se podrá evaluar niveles de vulnerabilidad diferentes y sobre todo identificar niveles de degradación, cuyas condiciones podrían ser fácilmente consideradas en procesos de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques (REDD+).

8. LITERATURA CITADA

- Aguirre N. (2008). Proyecto para el Monitoreo a Largo Plazo del Impacto del Cambio Climático en la Biodiversidad de Ecosistemas de Páramo en el Parque Nacional Podocarpus, Provincia de Loja, Ecuador (MICCAMBIO). Universidad Nacional de Loja, Ecuador.
- Aguirre Z. (2014). Biodiversidad Ecuatoriana, Estrategias e Instrumentos para su Manejo y Conservación. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja, Ecuador. 133p.
- Aguirre Z., J. Madsen, E. Cotton, y H. Balslev. (2002). Botánica austroecuatorial. Estudio sobre los recursos vegetales en las provincias de El Oro, Loja y Zamora Chinchipe. Quito, Ecuador. 484 p.
- Aguirre Z., y C. Yaguana. (2012). Guía para la medición de la Biodiversidad. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 72 p.
- Aguirre Z., y N Aguirre. (1999). Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Herbario Loja # 5. Departamento de Botánica y Ecología de la Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 30 p.
- Albán E., y J. Granda. (2013). Determinación del contenido de carbono en la biomasa aérea del páramo de la Reserva Ecológica Yanancocha. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental. Quito, Ecuador. 75 p.
- Alulima M., y P. Cajamarca. (2013). Evaluación del impacto del cambio climático, sobre la diversidad florística en una zona piloto del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus. Tesis Ing. Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 109 p.
- Alvarado S., J. Córdova, M. López. (2000). Metodología de análisis físico-químico del suelo, agua y foliares. Tercera aproximación. Quito, Ecuador.

- Álvarez G. (2008). Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. CATIE. Escuela de Posgrado. Tirrialba, Costa Rica. 89 p.
- Álvaro W., M. Díaz, y M. Morales. (2007). Catálogo Comentado de las Hepáticas del Cerro de Mamapacha, Municipio de Chinavita-Boyacá, Colombia. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. (en línea) URL: <http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/v12n1/v12n1a6.pdf> (consultado: octubre 10, 2015)
- Andrade A., M. Guzmán, O. Tosse, M. Gnecco, y Z. Rodríguez. (2002). Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana. Ministerio del Ambiente. Bogotá, Colombia. 73 p.
- Araujo-Murakami A., A. Parada, J. Terán, T Feldpausch, O. Phillips y R. Brien. (2011). Necromasa de los Bosques de Madre de Dios, Perú; una comparación entre Bosques de Tierra firme y de bajíos. *Revista Peruana de Biología*. 18(1). pp. 113 – 118. (en línea) URL: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195022429007> (consultado: abril 06, 2015).
- Arcos M. (2010). Influencia de la Cobertura Vegetal en la Capacidad de Infiltración de Agua en Suelos de Páramo. Universidad de San Francisco de Quito. Quito, Ecuador. 23 p.
- Arévalo R., y J. Betancur. (2004). Diversidad de epífitas vasculares en cuatro en cuatro bosques del sector suroriental de la serranía de Chiribiquete, Guayana Colombiana. *Caldasia* 26(2). pp. 359 – 380.
- Arnáiz C., L. Isac y J. Lebrato. (2000). Determinación de la biomasa en procesos biológicos. Escuela Universitaria Politécnica. Universidad de Sevilla. C/. Virgen de África, 7. 410.1 Sevilla. (en línea) URL: http://sgpwe.izt.uam.mx/files/users/uami/tvolke/00_Determin-BM.pdf (consultado: abril 06, 2015).

- Ayala L., M. Villa, Z. Aguirre, y N. Aguirre. (2014). Cuantificación del carbono en los páramos del Parque Nacional Yacuri, provincias de Loja y Zamora Chinchipe, Ecuador. *Revista CEDAMAZ*, Vol. 4, No. 1. Loja, Ecuador. pp. 45 – 52.
- Ayala L., M. Villa. (2013). Cuantificación del carbono en los páramos del Parque Nacional Yacuri, provincias de Loja y Zamora Chinchipe. Tesis Ing. Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 108 p.
- Báez S., F. Cuesta, P. Muriel, J. Carrilla, R. Jaramillo, J. Irazábal, S. Cuello, y A. Grau. (2014). Monitoreo de biodiversidad, productividad y experimentación en ecosistemas herbáceos andinos. Protocolo 4 – Versión 1. CONDESAN / Escuela de Ciencias Biológicas Biologicas-PUCE / IER-UNT / COSUDE. Quito, Ecuador. 94 p.
- Becking, M. (2004). Sistema microregional de conservación Podocarpus. Tejiendo (micro) corredores de conservación hacia la cogestión de una Reserva de Biosfera Cóndor – Podocarpus. Programa Podocarpus. Loja, Ecuador. Imprenta Monsalve Moreno. pp. 35 – 36.
- Begon M., J. Harper, C. Townsend. (1996). *Ecology: individuals, populations and communities*. Oxford, UK. Blackwell Scientific Publications. 876 p.
- Beltrán K., S. Salgado, F. Cuesta, S. León-Yáñez, K. Romoleroux, E. Ortiz, A. Cárdenas, y A. Velástegui. (2009). Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador. EcoCiencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA. Quito. Ecuador.
- Brown S. (1996). Mitigation potential of carbon dioxide emission by management of forest in Asia. *Ambio* 25(4). pp. 273 – 278.
- Budowski B. (1999). Secuestro de carbono y gestión forestal en América Tropical. *Bosques y Desarrollo*. Abril 20 – 21. pp. 17 – 20.

- BUN-CA. (2002). Manuales sobre energía renovable. San José. Costa Rica. (en línea)
 URL:
https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.bun-ca.org%2Fpublicaciones%2FBIOMASA.pdf&ei=x9wiVYGaKYGdgwSrKYP IBA&usg=AFQjCNHNa0haqAaRWHfK0dB1S-T5CTwpGQ&sig2=2t2MVogb0_w2ICY68rKyFA&bvm=bv.89947451,d.eXY
 Y (consultado: abril 06, 2015).
- Bustamante M., M. Albán, y M. A. Argüello. (2011). Los páramos de Chimborazo. Un estudio socioambiental para la toma de decisiones. Gobierno Autónomo Descentralizado de Chimborazo/EcoCiencia/CONDESAN/Programa BioAndes/Proyecto Páramo Andino. Quito, Ecuador. 154 p.
- Buytaert W., R. Célleri, B. De Bièvre y F. Cisneros. (2006). Hidrología del páramo andino: propiedades, importancia y vulnerabilidad. Quito, Ecuador. (en línea)
 URL:
http://www.condesan.org/portal/sites/default/files/publicaciones/archivos/buytaert-et-al-2006-hidrologia_del_paramo_andino-propiedades_importancia_y_vulnerabilidad.pdf (consultado: marzo 31, 2015).
- Castillo J., M. Bustamante y M. Castro. (2008). Plan de sostenibilidad financiera Parque Nacional Podocarpus. MAE, FAN, CI, IM, CONDESAN, MOORE, ECOCIENCIA. 103 p.
- Cerdá E. (2012). Energía obtenida a partir de la biomasa. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. 24 p.
- Cevallos P. (2013). Evaluación de parámetros florísticos de la diversidad de briófitos en el páramo de Cajanuma, Parque Nacional Podocarpus. Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 116 p.

- Ciesla, W. (1996). Cambio climático, bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto. Roma, Italia. FAO. 147 p. (Estudio FAO Montes N° 126).
- CINFA (CENTRO INTEGRADO DE GEOMÁTICA AMBIENTAL). (2006). Estado de conservación de áreas protegidas y bosques protectores de Loja y Zamora Chinchipe y perspectivas de intervención. Universidad Nacional de Loja, Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Loja, Ecuador. pp. 474 – 510.
- Cleef A.M. (1981). The vegetation of the paramos of the Colombian Cordillera Oriental. *Dissertationes Botanicae* 61, 1 – 320.
- Cuatrecasas J. (1954). Outline of vegetation types in Colombia. En Congreso Interamericano de Botánica Sección VII. pp. 77-78.
- Cuesta F., S. Báez, P. Muriel y S. Salgado. (2014). La vegetación de los páramos del Ecuador. En: Cuesta F, Sevink J, Llambí LD, De Bièvre B, Posner J, Editores. Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos, CONDESAN.
- Cunalata C., & C. Inga. (2012). Cuantificación de carbono total almacenado en suelos de páramos en las comunidades Shobol-Chimborazo, San Juan Chimborazo. Tesis de Grado previa a la obtención de Ingeniero en Biotecnología Ambiental. Riobamba, Ecuador. 248 p.
- Cunalata C., C. Inga, G. Alvarez, C. Recalde y M. Echeverría. (2013). Determinación de carbono orgánico total presente en el suelo y biomasa de los páramos de las comunidades: Chimborazo y Shobol Llin Llin – Chimborazo – Ecuador. *Boletín del Grupo Español del Carbón* (27): Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. (en línea) URL: <http://digital.csic.es/handle/10261/81785> (consultado: marzo 31, 2015).
- Deans J. D., J. Mora, y J. Grace. (1996). Biomass relationships for tree species in regenerating semi-edciduous tropical moist forest in Cameeroon. *For. Ecol. Manag.* 88: 215-225.

- Dixon K. (1995). Sistemas agroforestales y gases de invernadero. *Agroforestería en las Américas* 2(7). pp. 22 – 26.
- Dixon K., P. Schroeder, J. Winjum. (1991). Assessment of promising forest management practices and technologies for enhancing the conservation and sequestration of atmospheric carbon and their costs at the site level. Corvallis, Or., USA. USEPA. 100 p.
- ECF (EUROPEAN CLIMATE FOUNDATION) (2010): Biomass for heat and power. Opportunity and economics. Citado en: Cerdá E. 2012. Energía obtenida a partir de la biomasa. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España. 24 p.
- Eguiguren P., y Ojeda T. (2009). Línea base para el monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático, sobre la diversidad florística en una zona piloto del ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus. Tesis Ing. Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 110 p.
- FOCER (FORTALECIMIENTO DE LA CAPACIDAD EN ENERGÍA RENOVABLE PARA AMÉRICA CENTRAL). (2002). Manuales sobre energía renovable. San José. Costa Rica. 42 p.
- Fonseca W., F. Alice y J. María. (2009). Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. Universidad Nacional Autónoma de Costa Rica. *Revista BOSQUE* 30(1): pp. 36 – 47.
- Gasparri I., y E. Mangui. (2004). Estimación de Volumen, Biomasa y Contenido de Carbono de las Regiones Forestales Argentinas. Dirección de bosques secretaria de ambiente y desarrollo sustentable. Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal. (en línea) URL: http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/volumen_biomasa_carbono.pdf (consultado: abril 06, 2015).

- Guhl, E. (1982). Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá. Jardín Botánico José Celestino Mutis. Bogotá, Colombia. 11 p.
- Guzmán P., y L. Salinas. (2010). Patrones de diversidad florística en función de la gradiente altitudinal de los páramos del Parque Nacional Podocarpus. Tesis Ing. Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja, Ecuador. 84 p.
- Hedberg I., y O. Hedberg. (1979). Tropical-alpine life-forms of vascular plants. *Oikos*. Pp. 297-307. En: Mena P., y Hofstede R. 2006. Los páramos ecuatorianos. Botánica económica de los Andes Centrales. EcoCiencia. Quito, Ecuador. pp. 91-109.
- Herbario Loja. (2000). Diagnóstico de la vegetación natural y de la intervención humana en los páramos del Parque Nacional Podocarpus. Programa Podocarpus. Informe final. Loja, Ecuador. 75 p.
- Hofstede R. (1999). El páramo como espacio para la fijación de carbono atmosférico. En: El Páramo como espacio de mitigación de carbono atmosférico. Serie Páramo 1.GTP/ AbyaYala. Quito, Ecuador.
- Hofstede R., J. Calles, V. López, R. Polanco, F. Torres, J. Ulloa, A. Vásquez y M. Cerra. (2014). Los Páramos Andinos ¿Que sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo. UICN, Quito, Ecuador. 79 p.
- Hofstede R., L. Johanna y W. Jongsma. (1998). Geografía, Ecología y Forestación de la Sierra Alta del Ecuador. Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador. 242 p.
- Hofstede R., R. Coccus, P. Mena, P. Segarra, J. Wolf y J. Sevink. (2002). El estado de conservación de los páramos de pajonal en el Ecuador. *ECOTRÓPICOS* 15 (1): pp. 3 – 18.
- Hofstede R., y N. Aguirre. (1999). Biomasa y dinámica de carbono en relación con las actividades forestales en la sierra del Ecuador. En: El Páramo como espacio

de mitigación de carbono atmosférico. Serie Páramo 1.GTP/ AbyaYala. Quito, Ecuador.

Hofstede R., y P. Mena. (2000). Los beneficios escondidos del páramo: servicios ecológicos e impacto humano. En: Síntesis sobre la Segunda Conferencia Electrónica sobre Usos Sostenibles y Conservación del Ecosistema Páramo en los Andes. CONDESAN. Lima, Perú. 215 p.

Houghton J., Y. DING, D. GRIGGS, M. NOGUER, P. VAN DER LINDEN, X. DAI, K. MASKELL, C. JOHNSON. (2001). The scientific basis: IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Group 1 to the IPCC Third Assessment. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 944 p.

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). (2001). Carbon Dioxide Capture and Storage. (En línea) URL: http://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs_wholereport.pdf (consultado octubre 15, 2015).

IPCC (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE). (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza. 104 p. (en línea) URL: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf (Consultado octubre 16, 2015).

Izasa C., y J. Betancur. (2009). Relación entre la biomasa y algunas características morfológicas de las bromelias fitotelmatas de un bosque alto andino colombiano. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Apartado 7495, Bogotá, Colombia. *Caldasia* 31(1). pp. 1 – 7.

Izco J., I. Pulgar, F. Santín. (2007). Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador. (en línea) URL: <http://sisbib.unmsm.edu.pe> (consultado: octubre 15, 2015).

- Jørgensen P., y S. León Yáñez. (1999). Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden 75. 1181 p.
- Josse C., G. Navarro, P. Comer, R. Evans, D. Faber-Langendoen, M. Fellows, G. Kittel, S. Menard, M. Pyne, M. Reid, K. Schulz, K. Snow, J. Teague. (2003). Ecological systems of Latin America and the Caribbean: A working classification of terrestrial systems. NatureServe, Arlington, VA.
- Josse C., P. Mena y G. Medina. (2000). La Biodiversidad de los Páramos. Serie Páramo 7. GTP/AbyaYala. Quito, Ecuador. 99 p.
- Kazakis G., D. Ghosn., I. Vogiatzakis., V. Papanastasis. (2007). Vascular plant diversity and climate change in the alpine zone of the Lefka Ori, Crete. (en línea) URL: www.gloria.ac.at (consultado: octubre 01, 2015)
- León-Yáñez S. (2011). La Flora de los Páramos Ecuatorianos. En: Mena P., J. Campaña, A. Castillo, S. Flores, R. Hofstede, C. Josse, S. Lasso, G. Medina, N. Ochoa y D. Ortiz (Eds.). Páramo. Paisaje estudiado, habitado, manejado e institucionalizado. EcoCiencia/Abya-Yala/ECOBONA. Quito, Ecuador.
- Levin R., y D. Rubin. (1996). Estadística para administradores. 6ta edición. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México. 811-819 p.
- Llambí L.D., A. Soto-W, R. Célleri, B. Bievre, B. Ochoa y P. Borja. (2012). Proyecto Páramo Andino: Ecología, hidrología y suelo de los páramos. CONDESAN. 294 p.
- Lozano P., T. Delgado y Z. Aguirre. (2004). Endemism as a tool for conservation. Podocarpus National Park a case study. IYONIA 6 (2). FUNDACIÓN BOTÁNICA Y HERBARIO REINALDO ESPINOSA. Loja, Ecuador. pp. 44 – 53.

- MAE (MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR). (2013). Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador. 235 p.
- Malhi Y, J Grace. (2000). Tropical forests and atmospheric carbon dioxide. *Trends in Ecology and Evolution* 15(8). pp. 332 – 336.
- Márquez L. (1997). Validación de campo de los métodos del Instituto Winrock para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo para cuantificar carbono en sistemas agroforestales. Guatemala. Universidad del Valle de Guatemala. 45 p.
- Mazzola M., A. Kin., F. Morici., F. Babinec., G. Tamborini. (2008). Efecto de la gradiente altitudinal sobre la vegetación de las sierras de Lihue Calel (La pampa, Argentina). 18 p. (en línea) URL: <http://www.botanicargentina.com.ar> (consultado: octubre 01, 2015).
- Medina G., y P. Mena. (1999). El páramo como espacio para la fijación de carbono atmosférico. Serie Páramo 1. GTP/Abya/Yala. Quito, Ecuador. (en línea) URL: file:///C:/1_D/1_U%20N%20L/INSUMOS/TESIS/INSUMOS%20DE%20DE%20SARROLLO/El%20páramo%20como%20espacio%20para%20la%20fijación%20del%20carbono%20atmosférico.html (consultado: abril 21, 2015).
- Mena P., C Josse y G Medina. (2000). Los suelos del Páramo. Serie Páramo 5. GTP/AbyaYala. Quito, Ecuador. 75 p.
- Mena P., G. Medina y R. Hofstede. (2001). Los Páramos del Ecuador: Particularidades, problemas y perspectiva. Eds. AbyaYala/Proyecto Páramo. Quito, Ecuador. 311 p.
- Mena P., M. Morales, P. Ortiz, G. Ramón, S. Rivadeneira, E. Suárez, J. F. Terán y C. Velázquez. (2008). Gente y Ambiente de Páramo: Realidades y Perspectivas en el Ecuador. EcoCiencia-Abya/Yala. Quito, Ecuador. pp. 21-37.

- Mena P., y D. Ortiz. (2001). El ecoturismo en los páramos. Serie Páramo 9. GTP/AbyaYala. Quito, Ecuador. 95 p.
- Mena P., y Hofstede R. (2006). Los páramos ecuatorianos. Botánica Económica de los Andes Centrales. EcoCiencia. Quito, Ecuador. pp. 91-109.
- Merwin M., S. Rentmeester, y N. Nadkarni. (2003). The influence of host tree species on the distribution of epiphytic Bromeliads in experimental monospecific plantations, La Selva, Costa Rica. *Biotropica* 35(1). pp. 37 – 47.
- Mostacedo B., T. Fredericksen. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. BOLFOR. Santa Cruz, BO. 82 p.
- Nieder J., S. Engwald, M. Klawun, y W. Barthlott. (2000). Spatial distribution of vascular epiphytes (including hemiepiphytes) in a lowland Amazonian rain forest (Surumoni crane plot) of Southern Venezuela. *Biotropica* 32. pp. 385 – 396.
- Ojeda T., P. Eguiguren, y N. Aguirre. (2009). Catálogo de Plantas Vasculares de la Región Piloto del Parque Nacional Podocarpus. Loja, Ecuador. 59 p.
- Podwojewski P. (1999). Los suelos de las altas tierras andinas: los páramos del Ecuador. Quito, Ecuador. (en línea) URL: http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_7/b_fdi_51-52/010019247.pdf (consultado: marzo 31, 2015).
- Podwojewski P., y J. Poulénard. (2000). Los suelos de los páramos del Ecuador. En: Los suelos del Páramo. Serie Páramo 5. GTP/AbyaYala. Quito, Ecuador. (en línea) URL: http://www.ecociencia.org/archivos/paramo_GTP05-091128.pdf (consultado: marzo 31, 2015).
- Podwojewski P., y J. Poulénard. (2001). Los Suelos de los Páramos de Ecuador. En: P. Mena, J. Campaña, A. Castillo, S. Flores, R. Hofstede, C. Josse, S. Lasso, G. Medina, N. Ochoa y D. Ortiz (Eds.). Páramo. Paisaje estudiado, habitado,

manejado e institucionalizado. EcoCiencia/Abya-Yala/ECOBONA. Quito, Ecuador. 388 p.

Ramsay P. (1992). The paramo vegetation of Ecuador: The community ecology, dynamics and productivity of tropical grasslands in the Andes. University of Wales.

Richter M., A. Moreira. (2005). Climatic heterogeneity and vegetation diversity in southern Ecuador investigated by phytoindication. Revista peruana de biología 12 (3). pp. 217 – 238.

Rivera J. (2007). Parque Nacional Podocarpus. Pp. 185-192. En: ECOLAP y MAE. 2007. Guía del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador. ECOFUND, FAN, DarwinNet, IGM. Quito, Ecuador.

Santín A., E. Vidal. (2012). Generación de una línea base de los reservorios de carbono de los páramos del PNP y evaluación de su aplicación como mecanismos de mitigación al cambio climático. Tesis de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 131 p.

Sevink J. (2009). Taller regional sobre la cuantificación y estimación de los stocks de carbono en ecosistemas de alta montaña. Lima, Perú. pp. 4 – 12.

Sevink J., y R. Hofstede. (2013). Los árboles como elemento importante del páramo. En: Cuesta F., J. Sevink, LD. Llambí, B. De Bièvre y J. Posner. Eds. Avances en investigación para la conservación de los páramos andinos. CONDESAN.

Snowdon P., J. Raison, H. Keith, K. Montagu, H. Bi, P. Ritson, P. Grieson, M. Adams, W. Burrows, D. Eamus. (2001). Protocol for sampling tree and stand biomass, National Carbon Accounting System technical report, Nro 31, Primer borrador. Australian Greenhouse Office, Au. 114 p.

Valencia R., C. Cerón, W. Palacios y R. Sierra., (1999). Formaciones Vegetales de la Sierra del Ecuador. En: Sierra R. (Ed.). 1999. Propuesta Preliminar de un

Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental.
Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

Valencia R., N. Pitman, S. León-Yáñez, y P. Jorgensen. (2000). Libro rojo de plantas endémicas del Ecuador. Quito, Ec. 489 p.

Vargas H., D. Neill., M. Asanza., A Freire., y E. Narváez. (1999). Vegetación y flora del Parque Nacional Llanganates. (en línea) URL: www.ibcperu.org/doc/isis/6588.pdf (consultado septiembre 29, 2015).

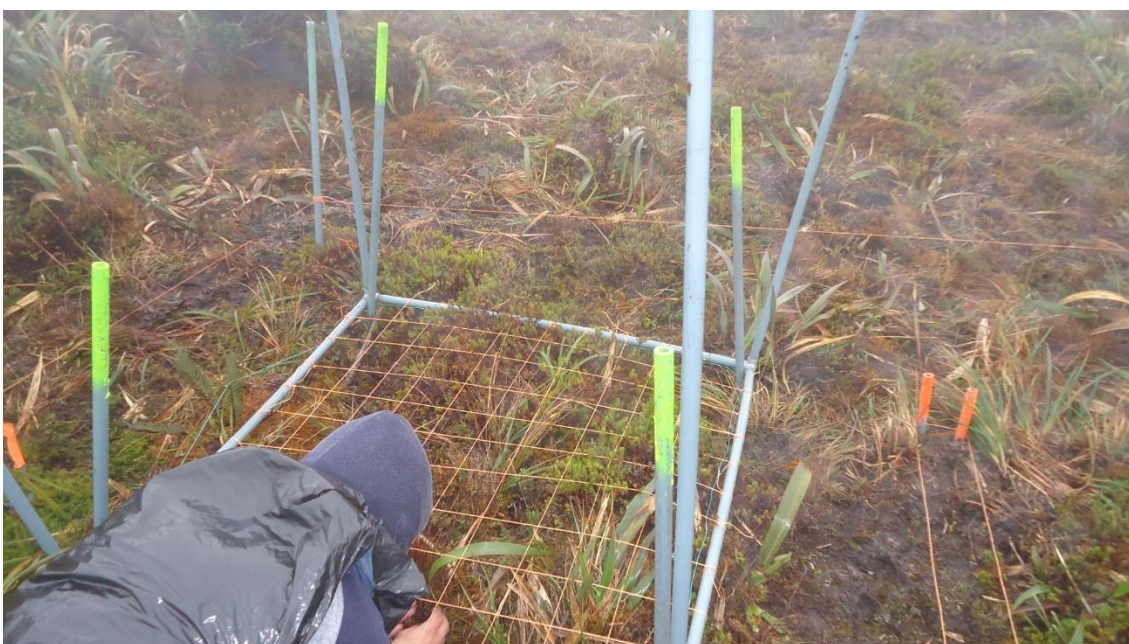
Watson R., I. NOBLE, B. Bolin, N. Ravindranath, D. Verardo, D. Dokken, (2000). IPCC Special Report, Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 377 p.

9. APÉNDICES

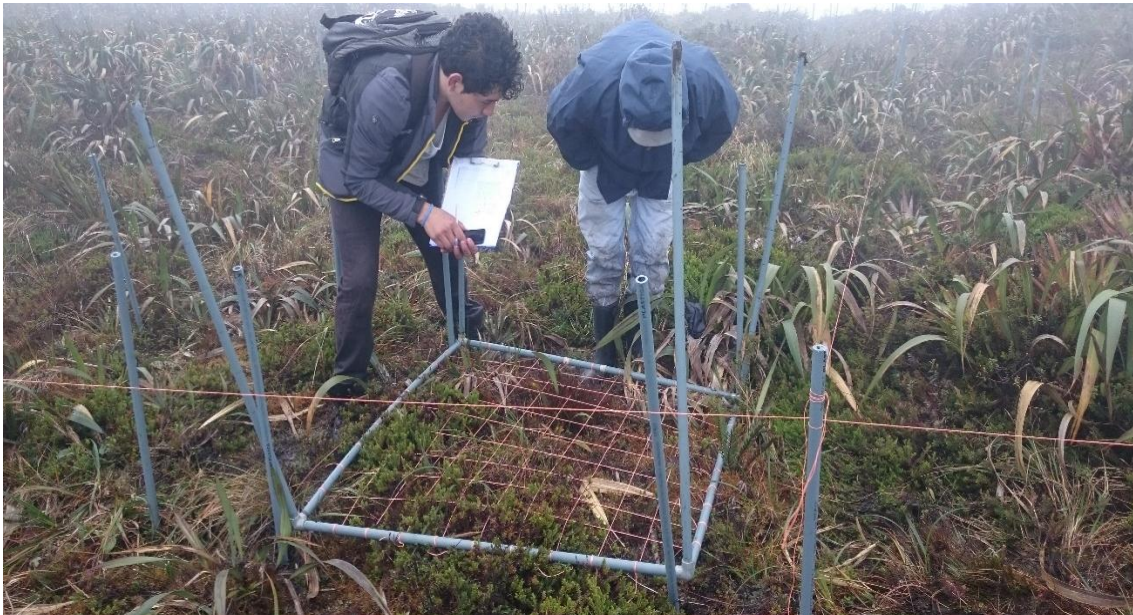
Apéndice 1. Área de estudio para el monitoreo de biodiversidad, productividad y experimentación en ecosistemas herbáceos andinos, sector de Cajanuma, PNP.



Apéndice 2. Instalación de bloques para el monitoreo de la vegetación a largo plazo, y de sus respectivas unidades, subunidades y cuadrantes, sector de Cajanuma, PNP.



Apéndice 3. Identificación *in situ* de las especies vasculares presentes en las subunidades destinadas para el monitoreo de la vegetación, sector de Cajanuma, PNP.



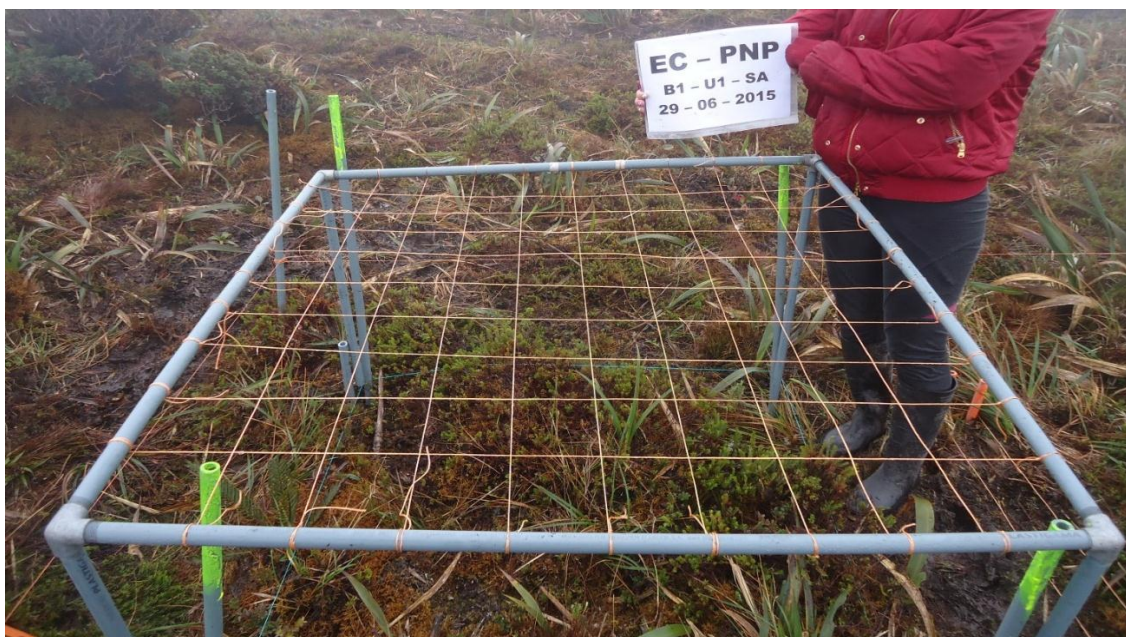
Apéndice 4. Marco de 1 m² utilizado para medir el porcentaje de cobertura vegetal de cada planta vascular enraizada dentro de cada cuadrante de 1 m², sector de Cajanuma, PNP.











Apéndice 5. Porcentaje de cobertura vegetal: a. Medición del porcentaje de cobertura a 0,5 m de altura desde el marco. b. Marco ubicado al nivel del dosel superior de la vegetación. c. Marco ubicado a 0,5 m de la superficie del suelo, sector de Cajanuma, PNP.



Apéndice 6. Documentación fotográfica y codificación de las subunidades para el monitoreo de la vegetación, sector de Cajanuma, PNP.











Apéndice 7. Documentación fotográfica de las unidades de muestreo de flora y biomasa en el sitio de monitoreo y experimentación, sector de Cajanuma, PNP.

	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 11A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 12C-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 13B-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 14B-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 15A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 16C-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 17A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 18B-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>









Continúa...

Continuación del apéndice 7...

	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 19A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 110B-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 211C-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 212D-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 213B-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 214B-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 215D-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 216A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>







Continúa...

Continuación del apéndice 7...

	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 217A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 218D-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 219A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 220A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 321A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 322B-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 323D-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 324A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>

Continúa...

Continuación del apéndice 7...

	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 325A-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 326B-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 327C-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 328C-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>
	
<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 329D-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>	<p>Sitio: Parque Nacional Podocarpus, EC. Código: 330D-Con Fecha: 29 – 06 – 2015</p>

Apéndice 8. Secado de las muestras de biomasa: a. Colocación dentro de la estufa. b. Estufa a 80°C durante 48 horas. Laboratorio de Fisiología Vegetal. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la UNL.



Apéndice 9. Pesaje de la materia seca: a. Registro de información. b. Bandeja plástica con biomasa seca y pesaje en la balanza digital. Laboratorio de Fisiología Vegetal. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la UNL.



Apéndice 10. Riqueza y Diversidad Relativa (DiR) de cada familia registrada en el área de muestreo de flora sector de Cajanuma, PNP.

N°	Familia	Riqueza (especies)	DiR (%)
1	ASTERACEAE O COMPOSITAE	9	13,6
2	ERICACEAE	8	12,1
3	MELASTOMATACEAE	6	9,1
4	ALSTROMELIACEAE	4	6,1
5	BLECHNACEAE	3	4,5
6	BROMELIACEAE	3	4,5
7	POACEAE	3	4,5
8	LYCOPODIACEAE	2	3,0
9	ORCHIDACEAE	2	3,0
10	OXALIDACEAE	2	3,0
11	ROSACEAE	2	3,0
12	VALERIANACEAE	2	3,0
13	APIACEAE	1	1,5
14	ARALIACEAE	1	1,5
15	ASTERACEAE	1	1,5
16	CARYOPHYLLACEAE	1	1,5
17	CLETRACEAE	1	1,5
18	CLUSIACEAE	1	1,5
19	CUNONIACEAE	1	1,5
20	CYPERACEAE	1	1,5
21	DRYOPTERIDACEAE	1	1,5
22	GENTIANACEAE	1	1,5
23	GERANIACEAE	1	1,5
24	GROSSULARIACEAE	1	1,5
25	HYMENOPHYLLACEAE	1	1,5
26	MYRSINACEAE	1	1,5
27	POLYGALACEAE	1	1,5
28	POLYGONACEAE	1	1,5
29	POLYPODIACEAE	1	1,5
30	RUBIACEAE	1	1,5
31	THELYPTERIDACEAE	1	1,5
32	XYRIDACEAE	1	1,5
Total		66	100,0

Apéndice 11. Densidad absoluta (D) y relativa (DR) de las especies registradas en el área de muestreo de flora en el ecosistema páramo sector de Cajanuma, PNP.

N°	Familia	Especie	D (ind/30 m ²)	DR (%)
1	BROMELIACEAE	<i>Tillandsia aequatorialis</i> L.B. Sm.	141	10,3
2	CLUSIACEAE	<i>Hypericum lancioides</i> Cuatrec.	106	7,8
3	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	105	7,7
4	OXALIDACEAE	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav. Ex G. Don	103	7,5
5	THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris euthytrix</i> A.R. Sm.	93	6,8
6	ERICACEAE	<i>Disterigma acuminatum</i> (Kunth) Nied.	81	5,9
7	ERICACEAE	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	73	5,3
8	BLECHNACEAE	<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	59	4,3
9	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	57	4,2
10	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.	51	3,7
11	CYPERACEAE	<i>Carex</i> sp.	48	3,5
12	POLYPODIACEAE	<i>Polypodium subandinum</i> Sod.	29	2,1
13	XYRIDACEAE	<i>Xyris subulata</i> Ruiz&Pav.	23	1,7
14	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia dodsonii</i> Wurdack	21	1,5
15	ERICACEAE	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC	21	1,5
16	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	19	1,4
17	OXALIDACEAE	<i>Oxalis elegans</i> Kunth	18	1,3
18	BROMELIACEAE	<i>Puya maculata</i> L.B. Sm.	18	1,3
19	RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum setosum</i> (Ruiz & Pav.) Schltl.	16	1,2
20	MYRSINACEAE	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng	15	1,1
21	BLECHNACEAE	<i>Blechnum lima</i> Rosenst.	14	1,0
22	BROMELIACEAE	<i>Puya nitida</i> Mez.	14	1,0
23	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Senecio</i> sp.	14	1,0
24	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Ageratina cutervensis</i> (Hieron) R.M. King & H. Rob.	13	1,0
25	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Mikania brachyphylla</i> Hieron.	13	1,0
26	ASTERACEAE	<i>Diplostephium espinosae</i> Cuatrec.	11	0,8
27	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia stenophylla</i> Wurdack	11	0,8
28	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea dissitifolia</i> Baker	10	0,7
29	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.	10	0,7
30	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	10	0,7
31	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Gynoxys cuicochensis</i> Cuatrec.	9	0,7
32	LYCOPODIACEAE	<i>Huperzia austroecuadorica</i> B.Øllg.	9	0,7
33	ERICACEAE	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	9	0,7
34	ROSACEAE	<i>Rubus laegaardii</i> Romoleroux	9	0,7
35	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	9	0,7
36	POLYGONACEAE	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	8	0,6
37	VALERIANACEAE	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	8	0,6
38	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea brachysepala</i> Benth	7	0,5
39	CLETRACEAE	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	7	0,5
40	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia cladonia</i> Gleason	7	0,5
41	POACEAE	<i>Chusquea leonardiorum</i> L.G. Clark	6	0,4
42	VALERIANACEAE	<i>Valeriana convallarioides</i> (Schmale) B.B.	6	0,4
43	CARYOPHYLLACEAE	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	5	0,4
44	GROSSULARIACEAE	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	5	0,4
45	HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenophyllum fucoides</i> (Sw.) Sw.	5	0,4
46	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	4	0,3
47	ORCHIDACEAE	<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.	4	0,3
48	APIACEAE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.	4	0,3
49	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Pentacalia myrsinites</i> (Turcz.) Cuatrec.	4	0,3
50	MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum campii</i> Wurdack	3	0,2
51	ERICACEAE	<i>Gaultheria strigosa</i> Benth.	3	0,2
52	CUNONIACEAE	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	3	0,2
53	BLECHNACEAE	<i>Blechnum auratum</i> (Fée) R.M. Tryon & Stolze	2	0,1

Continúa...

Continuación del apéndice 11...

N°	Familia	Especie	D (ind/m ²)	DR (%)
54	GERANIACEAE	<i>Geranium loxense</i> Halfdan-Niels	2	0,1
55	ROSACEAE	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	2	0,1
56	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i> sp.	2	0,1
57	POLYGALACEAE	<i>Monnina arbuscula</i> Chodat	2	0,1
58	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea</i> sp.	1	0,1
59	DRYOPTERIDACEAE	<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack	1	0,1
60	ORCHIDACEAE	<i>Epidendrum loxense</i> F.Lehm. & Kraenzl.	1	0,1
61	GENTIANACEAE	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	1	0,1
62	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia bullata</i> (Turcz.) Triana	1	0,1
63	ARALIACEAE	<i>Oreopanax andreasianus</i> Marchal	1	0,1

Apéndice 12. Frecuencia relativa (FR) de las especies y su valor de aparición en el área de muestreo de flora en el ecosistema páramo sector de Cajanuma, PNP.

N°	Familia	Especie	FR (%)
1	POACEAE	<i>Neurolepis asymmetrica</i> L.G.Clark	93,3
2	BLECHNACEAE	<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	73,3
3	POACEAE	<i>Calamagrostis macrophylla</i> (Pilg.) Pilg.	63,3
4	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	63,3
5	CLUSIACEAE	<i>Hypericum lancioides</i> Cuatrec.	56,7
6	CYPERACEAE	<i>Carex</i> sp.	46,7
7	BROMELIACEAE	<i>Tillandsia aequatorialis</i> L.B. Sm.	46,7
8	ERICACEAE	<i>Disterigma acuminatum</i> (Kunth) Nied.	40,0
9	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	40,0
10	THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris euthytrix</i> A.R. Sm.	40,0
11	ERICACEAE	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	33,3
12	LYCOPODIACEAE	<i>Lycopodium vestitum</i> Desv. ex Poir.	30,0
13	OXALIDACEAE	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav. Ex G. Don	26,7
14	BROMELIACEAE	<i>Puya maculata</i> L.B. Sm.	26,7
15	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia stenophylla</i> Wurdack	23,3
16	ERICACEAE	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC	23,3
17	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Senecio</i> sp.	23,3
18	RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum setosum</i> (Ruiz & Pav.) Schtdl.	20,0
19	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	20,0
20	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Mikania brachyphylla</i> Hieron.	20,0
21	XYRIDACEAE	<i>Xyris subulata</i> Ruiz&Pav.	20,0
22	BLECHNACEAE	<i>Blechnum lima</i> Rosenst.	16,7
23	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.	16,7
24	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia dodsonii</i> Wurdack	16,7
25	POLYGONACEAE	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	16,7
26	BROMELIACEAE	<i>Puya nitida</i> Mez.	16,7
27	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	16,7
28	ORCHIDACEAE	<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.	13,3
29	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.	13,3
30	OXALIDACEAE	<i>Oxalis elegans</i> Kunth	13,3
31	POLYPODIACEAE	<i>Polypodium subandinum</i> Sod.	13,3
32	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Ageratina cutervensis</i> (Hieron) R.M. King & H. Rob.	10,0
33	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea dissitifolia</i> Baker	10,0
34	MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum campii</i> Wurdack	10,0
35	POACEAE	<i>Chusquea leonardiorum</i> L.G. Clark	10,0
36	ASTERACEAE	<i>Diplostegium espinosae</i> Cuatrec.	10,0
37	GROSSULARIACEAE	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	10,0
38	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Gynoxys cuicochensis</i> Cuatrec.	10,0
39	ERICACEAE	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	10,0
40	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia cladonia</i> Gleason	10,0
41	MYRSINACEAE	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng	10,0
42	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Pentacalia myrsinites</i> (Turcz.) Cuatrec.	10,0
43	ROSACEAE	<i>Rubus laegaardii</i> Romoleroux	10,0
44	VALERIANACEAE	<i>Valeriana convallarioides</i> (Schmale) B.B.	10,0
45	BLECHNACEAE	<i>Blechnum auratum</i> (Fée) R.M. Tryon & Stolze	6,7
46	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea brachysepala</i> Benth	6,7
47	CLETRACEAE	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	6,7
48	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	6,7
49	ERICACEAE	<i>Gaultheria strigosa</i> Benth.	6,7

Continúa...

Continuación del apéndice 12...

N°	Familia	Especie	FR (%)
50	GERANIACEAE	<i>Geranium loxense</i> Halfdan-Niels	6,7
51	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	6,7
52	ROSACEAE	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	6,7
53	POLYGALACEAE	<i>Monnina arbuscula</i> Chodat	6,7
54	VALERIANACEAE	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	6,7
55	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea</i> sp.	3,3
56	CARYOPHYLLACEAE	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	3,3
57	DRYOPTERIDACEAE	<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack	3,3
58	ORCHIDACEAE	<i>Epidendrum loxense</i> F.Lehm. & Kraenzl.	3,3
59	GENTIANACEAE	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	3,3
60	LYCOPODIACEAE	<i>Huperzia austroecuadorica</i> B.Øllg.	3,3
61	APIACEAE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.	3,3
62	HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenophyllum fucooides</i> (Sw.) Sw.	3,3
63	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia bullata</i> (Turcz.) Triana	3,3
64	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i> sp.	3,3
65	ARALIACEAE	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	3,3
66	CUNONIACEAE	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	3,3

Apéndice 13. Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies representativas registradas en el ecosistema páramo sector de Cajanuma, PNP.

N°	Familia	Especie	DR (%)	FR (%)	IVI (%)
1	BLECHNACEAE	<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	4,3	73,3	77,6
2	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	7,7	63,3	71,0
3	CLUSIACEAE	<i>Hypericum lancioides</i> Cuatrec.	7,8	56,7	64,4
4	BROMELIACEAE	<i>Tillandsia aequatorialis</i> L.B. Sm.	10,3	46,7	57,0
5	CYPERACEAE	<i>Carex</i> sp.	3,5	46,7	50,2
6	THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris euthytrix</i> A.R. Sm.	6,8	40,0	46,8
7	ERICACEAE	<i>Disterigma acuminatum</i> (Kunth) Nied.	5,9	40,0	45,9
8	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	4,2	40,0	44,2
9	ERICACEAE	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	5,3	33,3	38,7
10	OXALIDACEAE	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav. Ex G. Don	7,5	26,7	34,2
11	BROMELIACEAE	<i>Puya maculata</i> L.B. Sm.	1,3	26,7	28,0
12	ERICACEAE	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC	1,5	23,3	24,9
13	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Senecio</i> sp.	1,0	23,3	24,4
14	MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia stenophylla</i> Wurdack	0,8	23,3	24,1
15	XYRIDACEAE	<i>Xyris subulata</i> Ruiz&Pav.	1,7	20,0	21,7
16	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	1,4	20,0	21,4
17	RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum setosum</i> (Ruiz & Pav.) Schldtl.	1,2	20,0	21,2
18	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Mikania brachyphylla</i> Hieron.	1,0	20,0	21,0
19	MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia dodsonii</i> Wurdack	1,5	16,7	18,2
20	BLECHNACEAE	<i>Blechnum lima</i> Rosenst.	1,0	16,7	17,7
21	BROMELIACEAE	<i>Puya nitida</i> Mez.	1,0	16,7	17,7
22	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.	0,7	16,7	17,4
23	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	0,7	16,7	17,3
24	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.	0,6	16,7	17,3
25	POLYGONACEAE	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	3,7	13,3	17,1
26	POLYPODIACEAE	<i>Polypodium subandinum</i> Sod.	2,1	13,3	15,5
27	OXALIDACEAE	<i>Oxalis elegans</i> Kunth	1,3	13,3	14,7
28	ORCHIDACEAE	<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.	0,3	13,3	13,6
29	MYRSINACEAE	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng	1,1	10,0	11,1
30	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Ageratina cutervensis</i> (Hieron) R.M. King & H. Rob.	1,0	10,0	11,0
31	ASTERACEAE	<i>Diplostephium espinosae</i> Cuatrec.	0,8	10,0	10,8
32	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea dissitifolia</i> Baker	0,7	10,0	10,7
33	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Gynoxys cuicochensis</i> Cuatrec.	0,7	10,0	10,7
34	ERICACEAE	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	0,7	10,0	10,7
35	ROSACEAE	<i>Rubus laegaardii</i> Romoleroux	0,7	10,0	10,7
36	MELASTOMATAACEAE	<i>Miconia cladonia</i> Gleason	0,5	10,0	10,5
37	POACEAE	<i>Chusquea leonardiorum</i> L.G. Clark	0,4	10,0	10,4
38	VALERIANACEAE	<i>Valeriana convallarioides</i> (Schmale) B.B.	0,4	10,0	10,4
39	GROSSULARIACEAE	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	0,4	10,0	10,4
40	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Pentacalia myrsinites</i> (Turcz.) Cuatrec.	0,3	10,0	10,3
41	MELASTOMATAACEAE	<i>Brachyotum campii</i> Wurdack	0,2	10,0	10,2
42	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	0,7	6,7	7,4
43	VALERIANACEAE	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	0,6	6,7	7,3
44	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea brachysepala</i> Benth	0,5	6,7	7,2
45	CLETRACEAE	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	0,5	6,7	7,2
46	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0,3	6,7	7,0
47	ERICACEAE	<i>Gaultheria strigosa</i> Benth.	0,2	6,7	6,9
48	BLECHNACEAE	<i>Blechnum auratum</i> (Fée) R.M. Tryon & Stolze	0,1	6,7	6,8
49	GERANIACEAE	<i>Geranium loxense</i> Halfdan-Niels	0,1	6,7	6,8
50	ROSACEAE	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	0,1	6,7	6,8
51	POLYGALACEAE	<i>Monnina arbuscula</i> Chodat	0,1	6,7	6,8

Continúa...

Continuación del apéndice 13...

N°	Familia	Especie	DR (%)	FR (%)	IVI (%)
52	LYCOPODIACEAE	<i>Huperzia austroecuadorica</i> B.Øllg.	0,7	3,3	4,0
53	CARYOPHYLLACEAE	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	0,4	3,3	3,7
54	HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenophyllum fucoides</i> (Sw.) Sw.	0,4	3,3	3,7
55	APIACEAE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.	0,3	3,3	3,6
56	CUNONIACEAE	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	0,2	3,3	3,6
57	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i> sp.	0,1	3,3	3,5
58	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea</i> sp.	0,1	3,3	3,4
59	DRYOPTERIDACEAE	<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack	0,1	3,3	3,4
60	ORCHIDACEAE	<i>Epidendrum loxense</i> F.Lehm. & Kraenzl.	0,1	3,3	3,4
61	GENTIANACEAE	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	0,1	3,3	3,4
62	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia bullata</i> (Turcz.) Triana	0,1	3,3	3,4
63	ARALIACEAE	<i>Oreopanax andreasianus</i> Marchal	0,1	3,3	3,4

Apéndice 14. Porcentaje de cobertura de las especies vegetales registradas en el área de muestreo en el ecosistema páramo sector de Cajanuma, PNP.

N°	Familia	Especie	Cobertura (%)
1	POACEAE	<i>Neurolepis asymmetrica</i> L.G.Clark	34,17
2	BROMELIACEAE	<i>Tillandsia aequatorialis</i> L.B. Sm.	14,35
3	CLUSIACEAE	<i>Hypericum lancioides</i> Cuatrec.	10,54
4	POACEAE	<i>Calamagrostis macrophylla</i> (Pilg.) Pilg.	4,06
5	ERICACEAE	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	3,30
6	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia stenophylla</i> Wurdack	2,58
7	ERICACEAE	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	2,12
8	POACEAE	<i>Chusquea leonardiorum</i> L.G. Clark	1,57
9	ASTERACEAE	<i>Diplostephium espinosae</i> Cuatrec.	1,48
10	BROMELIACEAE	<i>Puya nitida</i> Mez.	1,48
11	ERICACEAE	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	1,40
12	BROMELIACEAE	<i>Puya maculata</i> L.B. Sm.	1,40
13	ERICACEAE	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	1,23
14	ERICACEAE	<i>Disterigma acuminatum</i> (Kunth) Nied.	1,19
15	OXALIDACEAE	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav. Ex G. Don	1,19
16	BLECHNACEAE	<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	1,14
17	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia dodsonii</i> Wurdack	1,14
18	XYRIDACEAE	<i>Xyris subulata</i> Ruiz&Pav.	1,10
19	THELYPTERIDACEAE	<i>Thelypteris euthytrix</i> A.R. Sm.	1,06
20	CYPERACEAE	<i>Carex</i> sp.	1,02
21	GROSSULARIACEAE	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	1,02
22	LYCOPODIACEAE	<i>Lycopodium vestitum</i> Desv. ex Poir.	0,93
23	MELASTOMATACEAE	<i>Brachyotum campii</i> Wurdack	0,72
24	ERICACEAE	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC	0,72
25	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	0,68
26	MYRSINACEAE	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng	0,68
27	RUBIACEAE	<i>Arcytophyllum setosum</i> (Ruiz & Pav.) Schldt.	0,55
28	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia cladonia</i> Gleason	0,47
29	POLYPODIACEAE	<i>Polypodium subandinum</i> Sod.	0,42
30	POLYGONACEAE	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	0,38
31	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Gynoxys cuicochensis</i> Cuatrec.	0,34
32	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	0,34
33	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Mikania brachyphylla</i> Hieron.	0,34
34	VALERIANACEAE	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	0,34
35	ORCHIDACEAE	<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.	0,30
36	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.	0,30
37	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Senecio</i> sp.	0,30
38	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	0,30
39	CLETRACEAE	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	0,25
40	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia bullata</i> (Turcz.) Triana	0,25
41	CUNONIACEAE	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	0,25
42	BLECHNACEAE	<i>Blechnum lima</i> Rosenst.	0,21
43	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.	0,21
44	ERICACEAE	<i>Gaultheria strigosa</i> Benth.	0,17
45	ROSACEAE	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	0,17
46	POLYGALACEAE	<i>Monnina arbuscula</i> Chodat	0,17
47	OXALIDACEAE	<i>Oxalis elegans</i> Kunth	0,17

Continúa...

Continuación del apéndice 14...

N°	Familia	Especie	Cobertura (%)
48	VALERIANACEAE	<i>Valeriana convallarioides</i> (Schmale) B.B.	0,17
49	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Ageratina cutervensis</i> (Hieron) R.M. King & H. Rob.	0,13
50	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea dissitifolia</i> Baker	0,13
51	LYCOPODIACEAE	<i>Huperzia austroecuadorica</i> B.Øllg.	0,13
52	ASTERACEAE O COMPOSITAE	<i>Pentacalia myrsinites</i> (Turcz.) Cuatrec.	0,13
53	ROSACEAE	<i>Rubus laegaardii</i> Romoleroux	0,13
54	BLECHNACEAE	<i>Blechnum auratum</i> (Fée) R.M. Tryon & Stolze	0,08
55	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea brachysepala</i> Benth	0,08
56	ERICACEAE	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	0,08
57	GERANIACEAE	<i>Geranium loxense</i> Halfdan-Niels	0,08
58	ALSTROMELIACEAE	<i>Bomarea</i> sp.	0,04
59	CARYOPHYLLACEAE	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	0,04
60	DRYOPTERIDACEAE	<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack	0,04
61	ORCHIDACEAE	<i>Epidendrum loxense</i> F.Lehm. & Kraenzl.	0,04
62	GENTIANACEAE	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	0,04
63	APIACEAE	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.	0,04
64	HYMENOPHYLLACEAE	<i>Hymenophyllum fucoides</i> (Sw.) Sw.	0,04
65	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i> sp.	0,04
66	ARALIACEAE	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	0,04
TOTAL			100,0

Apéndice 15. Diversidad alfa de acuerdo al índice de Shannon-Weaver.

N°	Especie	Abundancia (n)	Pi (n/N)	LnPi	PixLnPi
1	<i>Tillandsia aequatorialis</i> L.B. Sm.	141	0,10	-2,27	-0,23
2	<i>Hypericum lancioides</i> Cuatrec.	106	0,08	-2,56	-0,20
3	<i>Vaccinium floribundum</i> Kunth	105	0,08	-2,57	-0,20
4	<i>Oxalis spiralis</i> Ruiz & Pav. Ex G. Don	103	0,08	-2,59	-0,19
5	<i>Thelypteris euthytrix</i> A.R. Sm.	93	0,07	-2,69	-0,18
6	<i>Disterigma acuminatum</i> (Kunth) Nied.	81	0,06	-2,83	-0,17
7	<i>Disterigma alaternoides</i> (Kunth) Nied.	73	0,05	-2,93	-0,16
8	<i>Blechnum cordatum</i> (Desv.) Hieron.	59	0,04	-3,14	-0,14
9	<i>Hieracium frigidum</i> Wedd.	57	0,04	-3,18	-0,13
10	<i>Oritrophium peruvianum</i> (Lam.) Cuatrec.	51	0,04	-3,29	-0,12
11	<i>Carex</i> sp.	48	0,04	-3,35	-0,12
12	<i>Polypodium subandinum</i> Sod.	29	0,02	-3,85	-0,08
13	<i>Xyris subulata</i> Ruiz&Pav.	23	0,02	-4,08	-0,07
14	<i>Miconia dodsonii</i> Wurdack	21	0,02	-4,18	-0,06
15	<i>Pernettya prostrata</i> (Cav.) DC	21	0,02	-4,18	-0,06
16	<i>Gaultheria reticulata</i> Kunth	19	0,01	-4,28	-0,06
17	<i>Oxalis elegans</i> Kunth	18	0,01	-4,33	-0,06
18	<i>Puya maculata</i> L.B. Sm.	18	0,01	-4,33	-0,06
19	<i>Arcytophyllum setosum</i> (Ruiz & Pav.) Schldtl.	16	0,01	-4,45	-0,05
20	<i>Myrsine dependens</i> (Ruiz & Pav.) Spreng	15	0,01	-4,51	-0,05
21	<i>Blechnum lima</i> Rosenst.	14	0,01	-4,58	-0,05
22	<i>Puya nitida</i> Mez.	14	0,01	-4,58	-0,05
23	<i>Senecio</i> sp.	14	0,01	-4,58	-0,05
24	<i>Ageratina cutervensis</i> (Hieron) R.M. King & H. Rob.	13	0,01	-4,66	-0,04
25	<i>Mikania brachyphylla</i> Hieron.	13	0,01	-4,66	-0,04
26	<i>Diplostephium espinosae</i> Cuatrec.	11	0,01	-4,82	-0,04
27	<i>Miconia stenophylla</i> Wurdack	11	0,01	-4,82	-0,04
28	<i>Bomarea dissitifolia</i> Baker	10	0,01	-4,92	-0,04
29	<i>Bomarea setacea</i> (Ruiz & Pav.) Herb.	10	0,01	-4,92	-0,04
30	<i>Gynoxys miniphylla</i> Cuatrec.	10	0,01	-4,92	-0,04
31	<i>Gynoxys cuicochensis</i> Cuatrec.	9	0,01	-5,02	-0,03
32	<i>Huperzia austroecuadorica</i> B.Øllg.	9	0,01	-5,02	-0,03
33	<i>Macleania rupestris</i> (Kunth) A.C. Sm.	9	0,01	-5,02	-0,03
34	<i>Rubus laegaardii</i> Romoleroux	9	0,01	-5,02	-0,03
35	<i>Senecio tephrosioides</i> Turcz.	9	0,01	-5,02	-0,03
36	<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i> (Kunth) Meisn.	8	0,01	-5,14	-0,03
37	<i>Valeriana microphylla</i> Kunth	8	0,01	-5,14	-0,03
38	<i>Bomarea brachysepala</i> Benth	7	0,01	-5,27	-0,03
39	<i>Clethra fimbriata</i> Kunth	7	0,01	-5,27	-0,03
40	<i>Miconia cladonia</i> Gleason	7	0,01	-5,27	-0,03

Continúa...

Continuación del apéndice 15...

N°	Especie	Abundancia (n)	Pi (n/N)	LnPi	PixLnPi
41	<i>Chusquea leonardiorum</i> L.G. Clark	6	0,00	-5,43	-0,02
42	<i>Valeriana convallarioides</i> (Schmale) B.B.	6	0,00	-5,43	-0,02
43	<i>Drymaria cordata</i> (L.) Willd. ex Schult.	5	0,00	-5,61	-0,02
44	<i>Escallonia myrtilloides</i> L.f.	5	0,00	-5,61	-0,02
45	<i>Hymenophyllum fucoides</i> (Sw.) Sw.	5	0,00	-5,61	-0,02
46	<i>Gaultheria erecta</i> Vent.	4	0,00	-5,83	-0,02
47	<i>Gomphichis caucana</i> Schltr.	4	0,00	-5,83	-0,02
48	<i>Hydrocotyle ranunculoides</i> L. f.	4	0,00	-5,83	-0,02
49	<i>Pentacalia myrsinites</i> (Turcz.) Cuatrec.	4	0,00	-5,83	-0,02
50	<i>Brachyotum campii</i> Wurdack	3	0,00	-6,12	-0,01
51	<i>Gaultheria strigosa</i> Benth.	3	0,00	-6,12	-0,01
52	<i>Weinmannia fagaroides</i> Kunth	3	0,00	-6,12	-0,01
53	<i>Blechnum auratum</i> (Fée) R.M. Tryon & Stolze	2	0,00	-6,53	-0,01
54	<i>Geranium loxense</i> Halfdan-Niels	2	0,00	-6,53	-0,01
55	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	2	0,00	-6,53	-0,01
56	<i>Miconia</i> sp.	2	0,00	-6,53	-0,01
57	<i>Monnina arbuscula</i> Chodat	2	0,00	-6,53	-0,01
58	<i>Bomarea</i> sp.	1	0,00	-7,22	-0,01
59	<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack	1	0,00	-7,22	-0,01
60	<i>Epidendrum loxense</i> F.Lehm. & Kraenzl.	1	0,00	-7,22	-0,01
61	<i>Halenia weddelliana</i> Gilg	1	0,00	-7,22	-0,01
62	<i>Miconia bullata</i> (Turcz.) Triana	1	0,00	-7,22	-0,01
63	<i>Oreopanax andreanus</i> Marchal	1	0,00	-7,22	-0,01
N=1367				Suma	-3,41
				H'	3,41
				LnS	4,14
				E	0,82

Apéndice 16. Valores de biomasa aérea y necromasa (peso seco) y contribución al contenido de biomasa vegetal total, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.

Bloque	Unidad	Subunidad	Muestra	Categoría			
				Biomasa aérea (g/0,1m ²)	Necromasa (g/0,1m ²)	Biomasa aérea (t/ha)	Necromasa (t/ha)
1	1	A	1	35,50	17,20	3,55	1,72
1	1	A	2	55,20	75,60	5,52	7,56
1	2	C	1	45,35	46,40	4,54	4,64
1	2	C	2	79,40	53,90	7,94	5,39
1	3	B	1	53,90	67,20	5,39	6,72
1	3	B	2	104,90	40,60	10,49	4,06
1	4	B	1	62,38	50,15	6,24	5,02
1	4	B	2	182,55	113,85	18,26	11,39
1	5	A	1	167,40	96,90	16,74	9,69
1	5	A	2	167,30	133,60	16,73	13,36
1	6	C	1	197,80	94,10	19,78	9,41
1	6	C	2	200,70	89,10	20,07	8,91
1	7	A	1	187,80	124,10	18,78	12,41
1	7	A	2	174,70	101,00	17,47	10,10
1	8	B	1	148,90	62,60	14,89	6,26
1	8	B	2	154,50	74,20	15,45	7,42
1	9	A	1	84,00	13,10	8,40	1,31
1	9	A	2	126,10	35,20	12,61	3,52
1	10	A	1	62,00	78,44	6,20	7,84
1	10	A	2	49,50	106,00	4,95	10,60
2	11	C	1	86,30	79,80	8,63	7,98
2	11	C	2	201,80	38,30	20,18	3,83
2	12	D	1	75,45	59,05	7,55	5,91
2	12	D	2	91,90	80,40	9,19	8,04
2	13	B	1	93,20	31,80	9,32	3,18
2	13	B	2	80,10	80,00	8,01	8,00
2	14	B	1	86,65	55,90	8,67	5,59
2	14	B	2	99,10	47,00	9,91	4,70
2	15	D	1	152,00	29,20	15,20	2,92
2	15	D	2	204,00	35,60	20,40	3,56
2	16	A	1	113,05	66,73	11,30	6,67
2	16	A	2	144,38	42,74	14,44	4,27
2	17	A	1	86,68	46,30	8,67	4,63
2	17	A	2	10,30	64,44	1,03	6,44
2	18	D	1	7,80	42,74	0,78	4,27
2	18	D	2	159,10	56,90	15,91	5,69
2	19	A	1	161,00	56,80	16,10	5,68
2	19	A	2	241,80	37,90	24,18	3,79
2	20	A	1	69,00	61,20	6,90	6,12
2	20	A	2	91,00	29,70	9,10	2,97

Continúa...

Continuación del apéndice 16...

Bloque	Unidad	Subunidad	Muestra	Categoría				
				Biomasa aérea (g/0, 1m ²)	Necromasa (g/0, 1m ²)	Biomasa aérea (t/ha)	Necromasa (t/ha)	
3	21	A	1	36,70	26,90	3,67	2,69	
3	21	A	2	85,85	27,90	8,59	2,79	
3	22	B	1	106,67	57,13	10,67	5,71	
3	22	B	2	53,33	28,57	5,33	2,86	
3	23	D	1	32,30	16,70	3,23	1,67	
3	23	D	2	73,02	8,40	7,30	0,84	
3	24	A	1	12,30	22,70	1,23	2,27	
3	24	A	2	9,30	19,09	0,93	1,91	
3	25	A	1	16,20	17,20	1,62	1,72	
3	25	A	2	5,40	33,86	0,54	3,39	
3	26	B	1	35,87	26,73	3,59	2,67	
3	26	B	2	17,93	13,37	1,79	1,34	
3	27	C	1	54,10	54,36	5,41	5,44	
3	27	C	2	109,00	100,00	10,90	10,00	
3	28	C	1	67,30	49,20	6,73	4,92	
3	28	C	2	65,50	24,60	6,55	2,46	
3	29	D	1	48,10	57,93	4,81	5,79	
3	29	D	2	62,10	49,60	6,21	4,96	
3	30	D	1	84,90	39,90	8,49	3,99	
3	30	D	2	39,30	59,30	3,93	5,93	
						Σ	560,97	324,92
						\bar{x}	9,35	5,42
						S^2	35,48	8,52
						S	5,96	2,92
						$\sigma_{\bar{x}}$	0,77	0,38

Apéndice 17. Valores de peso seco de plantas vasculares y briófitos y contribución al contenido total de biomasa aérea, ecosistema páramo, sector de Cajanuma, PNP.

Bloque	Unidad	Subunidad	Muestra	Subcategoría			
				Plantas vasculares (g/0,1 m ²)	Briófitos (g/0,1 m ²)	Plantas vasculares (t/ha)	Briófitos (t/ha)
1	1	A	1	19,70	15,80	1,97	1,58
1	1	A	2	32,40	22,80	3,24	2,28
1	2	C	1	26,05	19,30	2,61	1,93
1	2	C	2	47,60	31,80	4,76	3,18
1	3	B	1	23,50	30,40	2,35	3,04
1	3	B	2	71,70	33,20	7,17	3,32
1	4	B	1	36,83	25,55	3,68	2,56
1	4	B	2	139,80	42,75	13,98	4,28
1	5	A	1	120,70	46,70	12,07	4,67
1	5	A	2	115,20	52,10	11,52	5,21
1	6	C	1	164,40	33,40	16,44	3,34
1	6	C	2	117,30	83,40	11,73	8,34
1	7	A	1	123,10	64,70	12,31	6,47
1	7	A	2	97,90	76,80	9,79	7,68
1	8	B	1	63,30	85,60	6,33	8,56
1	8	B	2	121,90	32,60	12,19	3,26
1	9	A	1	41,50	42,50	4,15	4,25
1	9	A	2	87,90	38,20	8,79	3,82
1	10	A	1	33,30	28,70	3,33	2,87
1	10	A	2	16,70	32,80	1,67	3,28
2	11	C	1	41,90	44,40	4,19	4,44
2	11	C	2	35,20	166,60	3,52	16,66
2	12	D	1	38,55	36,90	3,86	3,69
2	12	D	2	68,30	23,60	6,83	2,36
2	13	B	1	21,80	71,40	2,18	7,14
2	13	B	2	44,90	35,20	4,49	3,52
2	14	B	1	33,35	53,30	3,34	5,33
2	14	B	2	24,43	74,67	2,44	7,47
2	15	D	1	34,60	117,40	3,46	11,74
2	15	D	2	26,00	178,00	2,60	17,80
2	16	A	1	62,61	50,43	6,26	5,04
2	16	A	2	59,90	84,48	5,99	8,45
2	17	A	1	31,20	55,48	3,12	5,55
2	17	A	2	0,00	10,30	0,00	1,03
2	18	D	1	0,00	7,80	0,00	0,78
2	18	D	2	107,20	51,90	10,72	5,19
2	19	A	1	45,50	115,50	4,55	11,55
2	19	A	2	54,00	187,80	5,40	18,78
2	20	A	1	46,00	23,00	4,60	2,30
2	20	A	2	46,80	44,20	4,68	4,42

Continúa...

Continuación del apéndice 17...

Bloque	Unidad	Subunidad	Muestra	Subcategoría				
				Plantas vasculares (g/0,1 m ²)	Briófitos (g/0,1 m ²)	Plantas vasculares (t/ha)	Briófitos (t/ha)	
3	21	A	1	26,70	10,00	2,67	1,00	
3	21	A	2	55,15	30,70	5,52	3,07	
3	22	B	1	73,53	33,13	7,35	3,31	
3	22	B	2	36,77	16,57	3,68	1,66	
3	23	D	1	0,00	32,30	0,00	3,23	
3	23	D	2	66,12	6,90	6,61	0,69	
3	24	A	1	0,00	12,30	0,00	1,23	
3	24	A	2	0,00	9,30	0,00	0,93	
3	25	A	1	0,00	16,20	0,00	1,62	
3	25	A	2	0,00	5,40	0,00	0,54	
3	26	B	1	29,87	6,00	2,99	0,60	
3	26	B	2	14,93	3,00	1,49	0,30	
3	27	C	1	31,50	22,60	3,15	2,26	
3	27	C	2	67,80	41,20	6,78	4,12	
3	28	C	1	48,50	18,80	4,85	1,88	
3	28	C	2	56,10	9,40	5,61	0,94	
3	29	D	1	24,97	23,13	2,50	2,31	
3	29	D	2	40,20	21,90	4,02	2,19	
3	30	D	1	53,00	31,90	5,30	3,19	
3	30	D	2	27,40	11,90	2,74	1,19	
						Σ	297,56	263,41
						\bar{x}	4,96	4,39
						S^2	14,21	16,12
						S	3,77	4,01
						$\sigma_{\bar{x}}$	0,49	0,52