

TESIS DE DOCTORADO

Factores ambientales, diversidad y estructura de la vegetación del P.N. Cajas (Azuay, Ecuador)

Raffaella ANSALONI

ESCUELA DE DOCTORADO INTERNACIONAL

PROGRAMA DE DOCTORADO EN Biodiversidad y Conservación del Medio Natural

SANTIAGO DE COMPOSTELA

2018





DECLARACIÓN DEL AUTOR DE LA TESIS

Factores ambientales, diversidad y estructura de la vegetación del
P.N. Cajas (Azuay, Ecuador)

D./Dña. Raffaella Ansaloni

Presento mi tesis, siguiendo el procedimiento adecuado al Reglamento, y declaro que:

- 1) La tesis abarca los resultados de la elaboración de mi trabajo.*
- 2) En su caso, en la tesis se hace referencia a las colaboraciones que tuvo este trabajo.*
- 3) La tesis es la versión definitiva presentada para su defensa y coincide con la versión enviada en formato electrónico.*
- 4) Confirmando que la tesis no incurre en ningún tipo de plagio de otros autores ni de trabajos presentados por mí para la obtención de otros títulos.*

En Santiago de Compostela, 11 de octubre de 2018

Fdo Raffaella Ansaloni





AUTORIZACIÓN DEL DIRECTOR / TUTOR DE LA TESIS

Factores ambientales, diversidad y estructura de la vegetación del
P.N. Cajas (Azuay, Ecuador)

D. Jesús IZCO SEVILLANO
y D. Francisco Javier AMIGO VÁZQUEZ

INFORMA/N:

*Que la presente tesis, corresponde con el trabajo realizado por D/Dña. **Raffaella ANSALONI**, bajo mi dirección, y autorizo su presentación, considerando que reúne los requisitos exigidos en el Reglamento de Estudios de Doctorado de la USC, y que como director de ésta no incurre en las causas de abstención establecidas en Ley 40/2015.*

En Santiago de Compostela, 11 de Octubre de 2018

Fdo.....Jesús IZCO.....
Co-director

Fdo.....Javier AMIGO.....
Co-director

Fdo. M^a Inmaculada
ROMERO
Tutora



Agradecimientos

Las siguientes personas hicieron posible la realización de esta tesis:

Agradezco a Jesús Izco, que ideó el estudio, impulsó el trabajo e hizo posible su culminación. Agradezco profundamente su paciencia y confianza en mí, desde 1999 hasta este momento.

Mi sincero agradecimiento a Javier Amigo, por sus minuciosas correcciones del manuscrito, por su invaluable y sustancial aporte.

Carmen Ulloa es una profunda conocedora de la flora del Cajas. Proporcionó los datos de las colecciones del área de estudio registradas en la base de datos de Tropicos y permitió mi estadía en el Missouri Botanical Garden, en febrero y marzo 2016. La estadía y la ayuda de Carmen Ulloa fueron fundamentales para el desarrollo de la investigación, revisión de las colecciones y de la bibliografía. A ella, a Olga Martha Montiel y a todo el personal de MOBOT que me apoyó va mi profundo agradecimiento.

Agradezco al colega y amigo Danilo Minga, por su apoyo en la investigación y por compartir su conocimiento de la Flora del Cajas y del Ecuador. Siendo la persona con mayor número de colecciones botánicas del PNC, su conocimiento del área fue clave para el desarrollo de la tesis.

Gracias a todos los ayudantes de campo y de herbario, que colaboraron con entusiasmo y esmero en esta tesis: Ruth Arias, Nubia Guzmán, Emanuel Martínez, Josué López, Miguel Vizhco, Mayra Jiménez e Inti Vásquez.

Agradezco a Diego Pacheco por la elaboración de los mapas y a mi amiga de siempre, Roberta Turra, por los análisis estadísticos del capítulo 4.

La diagramación de la tesis fue obra de Rafael Estrella, a él va mi sincero agradecimiento.

ETAPA-EP otorgó los permisos para las colecciones botánicas, la extracción de paja y la realización del entero estudio. Agradezco a la empresa y a su personal, especialmente a José Cáceres y Francisco Sánchez.

La Universidad del Azuay, a través de sus autoridades, me ha facilitado el tiempo de dedicación y los recursos para llevar a cabo la tesis. Van mis agradecimientos a los Rectores, Francisco Salgado y Carlos Cordero. En especial, agradezco a Jacinto Guillén, Vicerrector de Investigaciones, por su total apoyo en el largo tiempo de realización de la tesis. Agradezco también el personal administrativo de esa dependencia.

Agradezco a todas las personas que han colaborado y que, por olvido, no he mencionado.

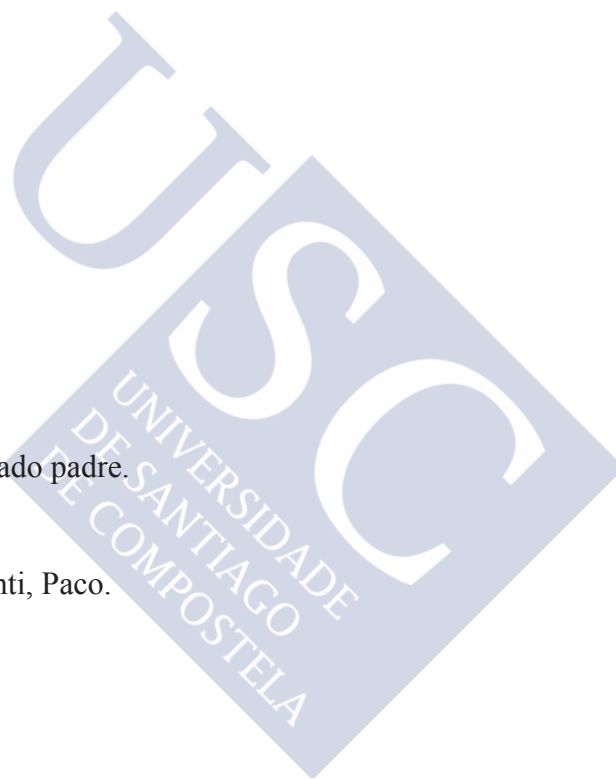
Sin el aporte de todos, la tesis no se hubiera podido plasmar. ¡Gracias!



Dedicatoria

A la memoria de Duilio, mi amado padre.

A mi querida familia: Samay, Inti, Paco.





Índice

CAPÍTULO 1:	1
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
1.1 Área de estudio	4
1.1.1 Geografía física:	4
1.1.1.1 Aspectos edáficos	4
1.1.1.2 Aspectos climáticos	5
1.2 Biogeografía y bioclimatología	9
1.2.1 Biogeografía	9
1.2.2 Bioclimatología	9
1.3 Geografía humana	10
1.4 Flora y Vegetación	13
1.4.1 Flora	13
1.4.2 Tipos básicos de vegetación del páramo del Parque Nacional Cajas	13
1.4.2.1 Bosque	15
a. Bosque alto andino de Mazán y Llaviucu	15
b. Bosque alto andino de Jerez y Yacutuviana	15
1.4.2.2 Páramo	15
a. Ecotono bosque - pajonal	15
b. Pajonal	16
c. Humedales y tapices de <i>Plantago rigida</i>	16
d. Bosques de <i>Polylepis</i>	16
e. Matorrales de <i>Arcytophyllum vernicosum</i>	17
f. Matorrales de <i>Loricaria ilinissae</i> (superpáramo)	17
g. Rocas (superpáramo)	17
h. Vegetación lacustre	18
i. Vegetación nitrófila antrópica	18
1.5 Historia de las colecciones botánicas en el Cajas	18
CAPÍTULO 2:	
FLORA DEL PÁRAMO DEL P. N. CAJAS	23
2.1 Materiales y métodos	23
2.1.1 Lista	23
2.1.2 Información específica	23
2.2 Resultados y discusión	26
2.2.1 Grupos taxonómicos	26
2.2.1.1 Resultados	26
2.2.1.2 Discusión	28
2.2.2 Biotipos	29
2.2.2.1 Resultados	29

2.2.2.2	Discusión	30
2.2.3	Rango altitudinal	31
2.2.3.1	Resultados	31
2.2.3.2	Discusión	32
2.2.4	Hábitat	34
2.2.4.1	Resultados	34
2.2.4.2	Discusión	35
2.2.5	Distribución	36
2.2.5.1	Resultados	36
2.2.5.2	Discusión	37
2.2.6	Grado de amenaza	37
2.2.6.1	Resultados	37
2.2.6.2	Discusión	38
2.3	Conclusión general sobre flora	39

CAPÍTULO 3:

CATÁLOGO DE LA FLORA VASCULAR DEL PÁRAMO DEL P. N. CAJAS	43
---	----

CAPÍTULO 4:

ESTRUCTURA, BIOMASA Y ÁREA FOLIAR DE LOS PAJONALES DEL P. N. CAJAS	111	
4.1	Introducción	111
4.2	Materiales y métodos	113
4.2.1	Área de estudio	113
4.2.2	Método de muestreo	116
4.2.2.1	Estructura vertical	118
4.2.2.2	Coberturas basal y de copa	119
4.2.2.3	Composición florística	120
4.2.2.4	Biomasa y área foliar	120
4.2.2.5	Determinación del peso y superficie foliar de la paja	121
4.2.2.6	Suelos	125
4.2.2.7	Análisis de datos	126
4.3	Resultados	127
4.3.1	El medio físico	127
4.3.2	Estructura vertical	127
4.3.3	Cobertura basal y cobertura de copa de la paja	129
4.3.4	Composición florística de las macollas	130
4.3.5	Biomasa	133
4.3.6	Superficie foliar	134
4.3.7	Suelos	135

4.4 Análisis de resultados	138
4.4.1 Estructura vertical	138
4.4.2 Cobertura basal y cobertura de copa de la paja	141
4.4.3 Composición florística de las macollas	142
4.4.4 Biomasa	142
4.4.5 Superficie foliar	144
4.4.6 Suelos	147
4.4.7 Modelos para la estimación de biomasa y área foliar	147
4.4.7.1 Biomasa total	148
4.4.7.2 Área foliar	151
4.5 Discusión	154
4.5.1 Estructura vertical	154
4.5.2 Cobertura basal y cobertura de copa de la paja	154
4.5.3 Composición florística de las macollas	154
4.5.4 Biomasa	155
4.5.5 Superficie foliar	156
4.5.6 Suelos	157
4.5.7 Modelo para la estimación de biomasa y área foliar	158
4.5.7.1 Biomasa total	158
4.5.7.2 Área foliar total	158
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES GENERALES	163
CAPÍTULO 6: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	167
Índice de figuras	179
Índice de tablas	181





CAPÍTULO 1:
Introducción
General



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN GENERAL

El páramo es la franja de vegetación que se encuentra entre el bosque altoandino y la nieve perpetua. Se ubica en los andes ecuatoriales, entre 11° N y 8° S de latitud, desde Venezuela hasta el norte de Perú (Sklenář & al. 2005).

Pese a ser un ambiente inhóspito, ha sido objeto de numerosos estudios florísticos, hidrológicos, edáficos hasta arqueológicos, históricos y sociológicos. El interés es generado por las peculiaridades que tiene:

- Es uno de los ecosistemas de montaña con mayor diversidad biológica y endemismo. Las plantas del páramo tienen adaptaciones específicas a condiciones de baja presión, baja oxigenación, alta evapotranspiración en condiciones soleadas y ventiladas, seguidas repentinamente por condiciones de elevadísima humedad atmosférica y consecuente baja evapotranspiración (Luteyn 1999; Sklenář & al. 2005).

- Su cercanía a la línea ecuatorial da al páramo un clima casi sin cambios estacionales, sin heladas prolongadas, pero con fuertes variaciones climáticas diarias, que pueden sobrepasar los 20°C de diferencia entre la temperatura mínima y máxima en pocas horas. (Lauer 1981; Ramsay 2001; Garreaud & Aceituno 2007).

- Las frecuentes condiciones de elevada humedad y baja temperatura, asociadas al depósito de cenizas y material volcánico, han favorecido la acumulación de materia orgánica en el suelo, al mismo tiempo la acumulación de grandes cantidades de agua, actualmente aprovechadas para el abastecimiento de las principales ciudades de la cordillera andina, y para garantizar el riego en extensas zonas agrícolas (Hofstede & al. 2003; Hofstede & al. 2014).

- La intervención humana sobre el páramo ha sido constante desde la prehistoria, modificando, con toda probabilidad, su extensión, aspecto, vegetación y composición florística. Existen registros fósiles de quemaduras que datan más de 12000 años, probablemente provocadas por cazadores-recolectores. El cultivo de tubérculos y cereales andinos se ha realizado en los suelos paramunos desde el inicio de la era agrícola, pero en los últimos 100 años la presión humana sobre los páramos ha sido mayor, por la presencia de ganadería extensiva, el uso indiscriminado del agua y la minería. La principal consecuencia de la presencia humana es que el límite inferior del páramo es una frontera variable y fuertemente dependiente de las talas y quemaduras en el bosque altoandino. La extensión altitudinal del páramo es por lo tanto muy variable: aproximadamente el límite inferior varía desde 2800 m hasta 3600 m s.n.m. mientras que el límite superior puede llegar hasta los 5000 m s.n.m. (Sklenář & al. 2005; Beltrán & al. 2009; Cleef, 2013; White 2013; Hofstede & al. 2014).

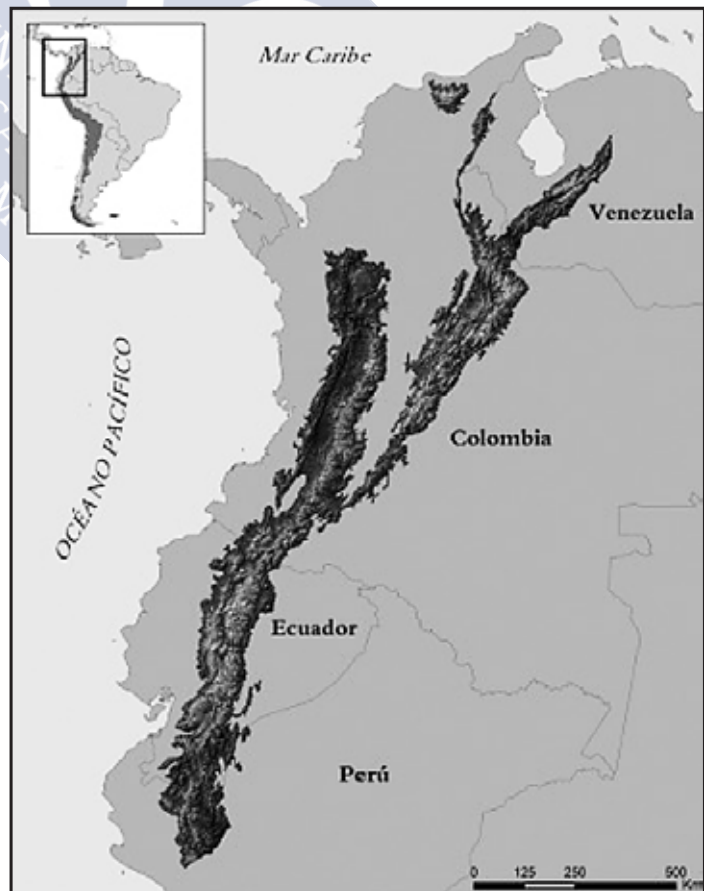


Figura N. 1: Distribución del páramo andino (Reproducido de: Serrano-Giné & Galárraga-Sánchez 2015).

El interés hacia este ecosistema tiene dos motivaciones principales: por un lado, por las especiales características naturales antes descritas; por otro lado, por los servicios ambientales que garantiza, como almacenamiento de agua y secuestro de carbono.

Los objetivos del presente estudio son:

1. Catalogar la flora del páramo del Parque Nacional Cajas (PNC) (Cuenca, Ecuador).
2. Estudiar la estructura, biomasa, superficie vegetativa, disposición espacial y otros aspectos del pajonal, que es el tipo de vegetación dominante en el PNC.

La zona de páramo ubicada a occidente de la ciudad de Cuenca, Ecuador, es llamada por los pobladores “Cajas”, por lo que el parque nacional que ocupa buena parte de esta área, toma el mismo nombre. Por su cercanía a la ciudad de Cuenca, y su importancia para la preservación de las fuentes hídricas de la ciudad, el Parque Nacional Cajas y sus alrededores han sido objeto de muchos estudios biológicos, hidrológicos y edáficos. Se han publicado dos libros sobre las principales plantas (Minga & al. 2016) (Ulloa-Ulloa & al. 2005), sin embargo, antes de este trabajo, no se había elaborado un catálogo exhaustivo, que documenta y resume la información florística recopilada a lo largo de los años y depositada en los herbarios, principalmente en el Herbario Azuay (HA) de Cuenca, Ecuador.

La máxima altitud del PNC es aproximadamente 4500 m, por lo tanto, no existe nieve perpetua, que a esta latitud se encuentra sobre los 5000 m, y la vegetación llega a casi todas las cumbres. El límite inferior del páramo no tiene una altitud fija, y su ubicación depende de factores climáticos, y de las actividades humanas que se han subseguido a lo largo del tiempo. (White 2013; Beltrán & al. 2009). El límite varía según la vertiente (este, oeste), la presencia de cursos de agua y la intervención humana. Siguiendo la clasificación de Sierra (Sierra & al. 1999), en la vertiente oriental, el

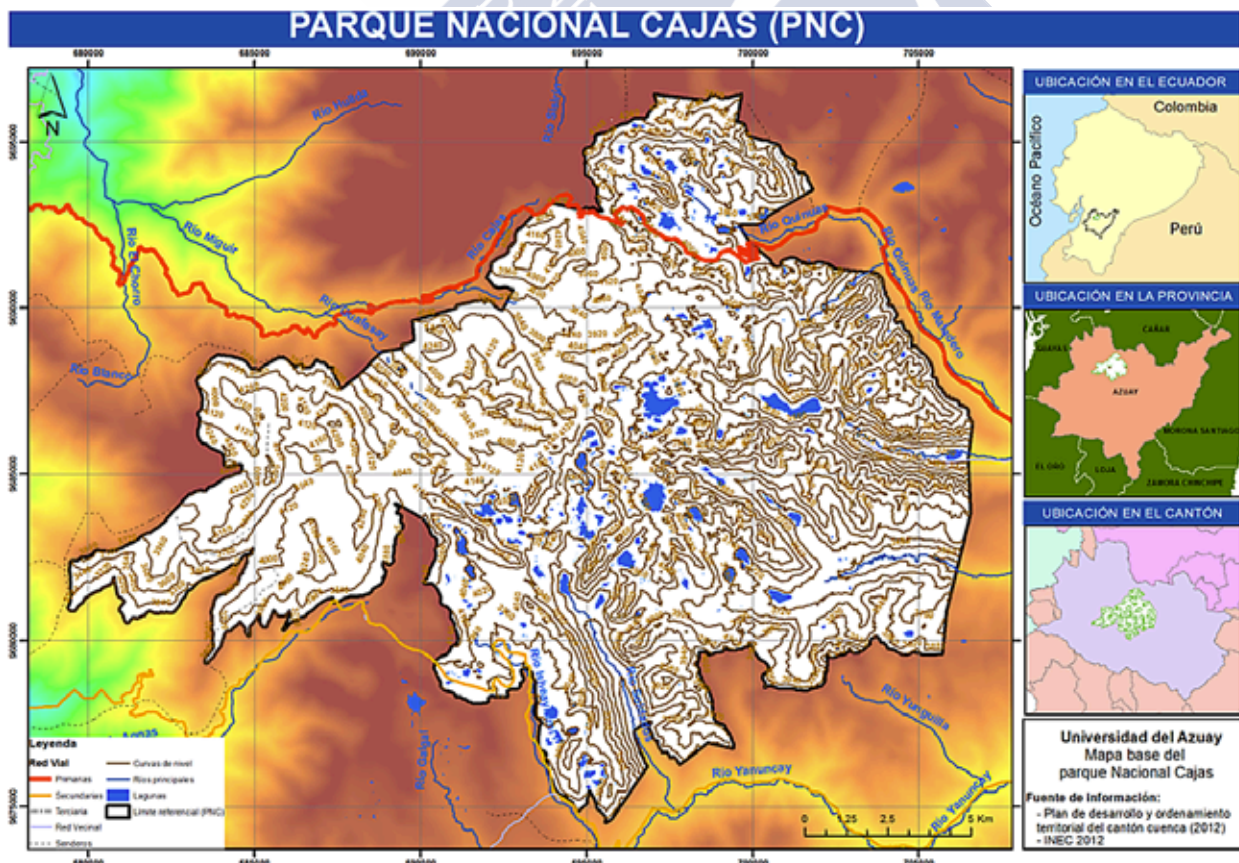


Figura N. 2: Mapa base del PNC (Elaboración: Pacheco D.)

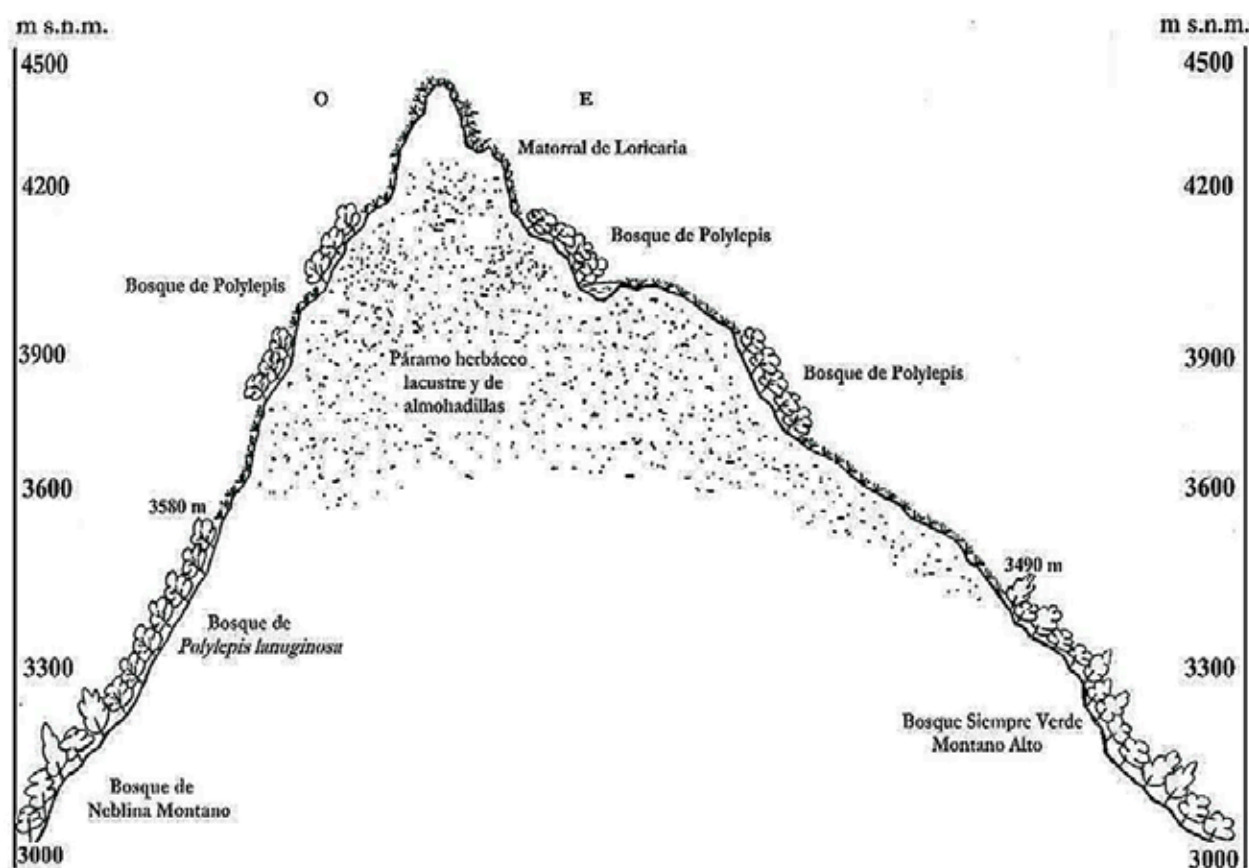


Figura N. 3: Perfil altitudinal de comunidades vegetales del PNC (Elaborado por D. Minga, 2016)

bosque siempreverde montano alto de Mazán y Llaviucu llega a alturas entre 3400 y 3500 m; en la vertiente occidental, el bosque de neblina montano llega aproximadamente a 3300 m, y entre esta altura hasta casi los 3600 m, se presenta una formación vegetal leñosa, dominada por *Polylepis lanuginosa*. En el Cajas, el páramo comprende, por lo tanto, una franja de más de 1000 m de desnivel, ubicada aproximadamente, y con algunas variaciones, entre 3400 y 4450 m.

La importancia de conocer la flora de este páramo radica en varios aspectos: Los servicios ambientales otorgados por el Cajas están relacionados a la presencia de vegetación capaz de controlar la erosión, preservar el suelo, captar carbono y, sobre todo, captar y conservar agua. Por otro lado, conocer la composición florística, distribución de especies y características morfológicas de las mismas, es básico para poder cuantificar los efectos provocados por el cambio climático y las actividades humanas directas. El manejo adecuado del Parque Nacional requiere de conocimientos sólidos y veraces en todos los campos, y este catálogo quiere aportar al conocimiento de la flora y vegetación, como base para la correcta gestión del Cajas. Finalmente, siendo el PNC el área protegida más cercana a la ciudad de Cuenca, se ha convertido en un lugar de frecuentes visitas académicas, por lo que el catálogo puede contribuir sustancialmente a la educación ambiental de niños, jóvenes y adultos.

1.1 ÁREA DE ESTUDIO

1.1.1 Geografía física:

El Parque Nacional Cajas (PNC), se encuentra localizado al occidente de la ciudad de Cuenca, en la provincia del Azuay, comprende un área de aproximadamente 28544 hectáreas, entre las coordenadas de 2°42' a 2°58' de latitud sur y 79°05' a 79°25' de longitud oeste, con altura entre los 3160 m y 4450 m. Es el punto de divisoria continental de aguas más cercano a la costa del Pacífico, en toda Sudamérica. El área del PNC está distribuida en las dos vertientes; hacia el Atlántico los pequeños ríos confluyen finalmente en dos cuencas hidrográficas: la del río Tomebamba en la parte norte (a la cual aportan los ríos Quinuas, Llaviucu y Mazán) y la del río Yanuncay en la parte sur, cuyo afluente principal es el río Soldados. En la vertiente pacífica también existen dos cuencas que reciben numerosos pequeños afluentes: la del río Migüir en el norte y la del río Angas en el sur. La cartografía del área se encuentra disponible en:

<http://www.geoportaligm.gob.ec/portal/index.php/cartografia-de-libre-acceso-escala-50k/>

Las cartas topográficas a escala 1:50000 de libre consulta son:

CHAUCHA.jpg

CHIQUINTAD.jpg

CUENCA.jpg

SAN FELIPE DE MOLLETURO.jpg

En el PNC los glaciares del Pleistoceno han formado 767 cuerpos de agua, de los cuales 165 con extensión superior a una hectárea. El origen del sustrato rocoso es de la era mesozoica o secundaria y el complejo lagunar data de la era antropozoica o cuaternaria (entre 1 y 2 millones de años). La topografía de las montañas en el PNC se debe principalmente a la erosión que sucedió en épocas posteriores a la glaciación, con valles en forma de “U” (donde una vez se encontraba el hielo glacial), morrenas, hondonadas frecuentes y riscos abruptos (Buytaert & al. 2006a).

1.1.1.1 Aspectos edáficos

Los suelos de esta zona tienen niveles muy altos de materia orgánica, alta porosidad, pH ácido o muy ácido, poco fósforo y potasio disponible, poca resistencia al pisoteo y a la labranza, por su estructura migajosa. La profundidad del suelo depende de la topografía y la vegetación, siendo mayor en valles bajo vegetación leñosa, como por ejemplo en Llaviucu, y menor en las laderas y cimas, bajo vegetación herbácea, por ejemplo, en la parte alta del PNC. En riscos y fuertes pendientes los suelos son superficiales y frecuentemente rocosos, en las cumbres más altas, por encima de 4350 m, existen rocas expuestas y escaso suelo arenoso.

Las características de porosidad, y por lo tanto de capacidad de retención hídrica, asociadas a la velocidad de infiltración que poseen, hacen de estos suelos verdaderos reservorios de agua, como lo han demostrado los numerosos estudios realizados, que reportan, además, disminuciones sustanciales en la capacidad de retención hídrica de estos suelos cuando se encuentran bajo plantaciones de pino u otras especies leñosas introducidas, como ocurre fuera de los límites del Parque. Frecuentemente el contenido de materia orgánica de los suelos supera el 20%, determinando una alta retención de carbono orgánico, por lo que son verdaderos sumideros de carbono y juegan un papel importante, aunque no suficientemente cuantificado, para contrarrestar el cambio climático.

Estos suelos han sido definidos como Andosoles no alofánicos, diferenciándose por lo tanto de aquellos presentes en los páramos del norte y centro del país, que tienen cantidades variables de cenizas volcánicas antiguas. Esta característica diferencia sustancialmente el tipo de vegetación del PNC de los otros páramos de la cordillera occidental, y convierte la zona en un importante centro

de endemismo vegetal. Indudablemente las características del suelo se suman a las particulares condiciones climáticas de la zona, más húmeda que los páramos del centro del país y del sur, incluyendo aquellos muy cercanos de la cuenca del Jubones (Buytaert & al. 2005; Chacón & al. 2009).

1.1.1.2 Aspectos climáticos

El clima se caracteriza por cambios bruscos y alta excursión térmica, como es común en buena parte de los páramos. Hay una variación considerable en el clima que puede cambiar rápidamente de vientos suaves a fuertes, de cielo nublado a un sol intenso, de neblina a llovizna y granizo y esporádicas nevadas. El viento es intenso en las cumbres y en las laderas más expuestas, donde se puede convertir en un factor limitante para el desarrollo de la vegetación. Existen leves fluctuaciones de temperatura a lo largo del año, en promedio los meses más calientes son diciembre y enero, los más fríos junio y agosto. La presencia de nubes mitiga el clima y reduce la diferencia entre temperatura mínima y máxima, las temperaturas mínimas más bajas se alcanzan en la época seca (Sarmiento 1986).

La precipitación media anual es de 1200 mm, pero el régimen de precipitación no es constante, ni uniforme: la parte norte del Cajas registra precipitaciones promedio de aproximadamente 1300 mm/año y éstas descienden hacia el sur de manera progresiva con registros mínimos en la parte sur del Parque de aproximadamente 800 mm/año (ETAPA-EP 2016). No existen registros históricos de precipitación en la vertiente occidental a alturas superiores a 2800 m, sin embargo nuestro conocimiento empírico indica que las cumbres son más secas, especialmente hacia el occidente. Pese a la falta de datos en esta vertiente, las estimaciones Wordclim dan una idea bastante precisa de la situación (Fick & Hijmans 2017).

Estos datos de precipitación no toman en cuenta la “precipitación horizontal”, o sea la precipitación de neblina y su intercepción por la vegetación que aumenta la entrada de agua al sistema, especialmente en páramos arbustivos o en presencia de pequeños bosquetes.

La humedad relativa en el páramo con frecuencia es muy alta, entre 80 y 98% durante gran parte de la noche y el día; posee un carácter variable y estacional (máxima en época de lluvias y mínima en las estaciones secas), y además suele presentarse el fenómeno de niebla, por lo que la evapotranspiración real es baja (Buytaert & al. 2006b).

LATITUD: 2G 46' 28" S LONGITUD: 79G 10' 20" W ELEVACION: 3270

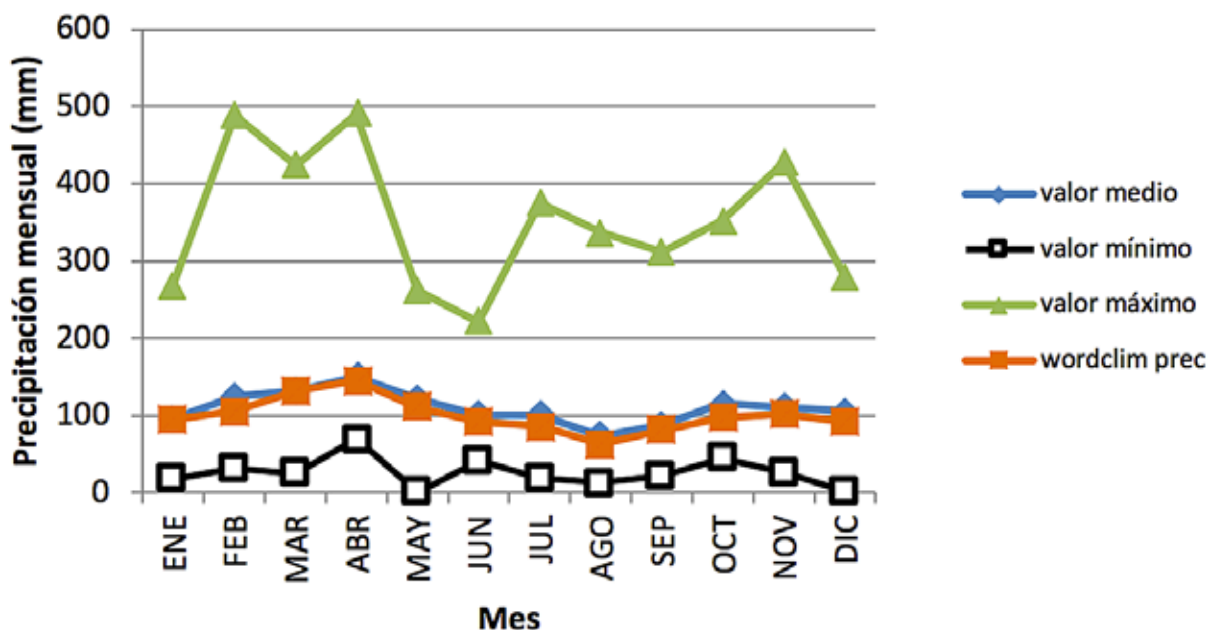


Figura N. 4: Precipitaciones mensuales mínima, media y máxima (mm) registradas por INHAMI entre 1960 y 2015, y precipitación estimada según el modelo Wordclim (Fick & Hijmans 2017), en la localidad Chirimachay. Elaboración: Ansaloni R.

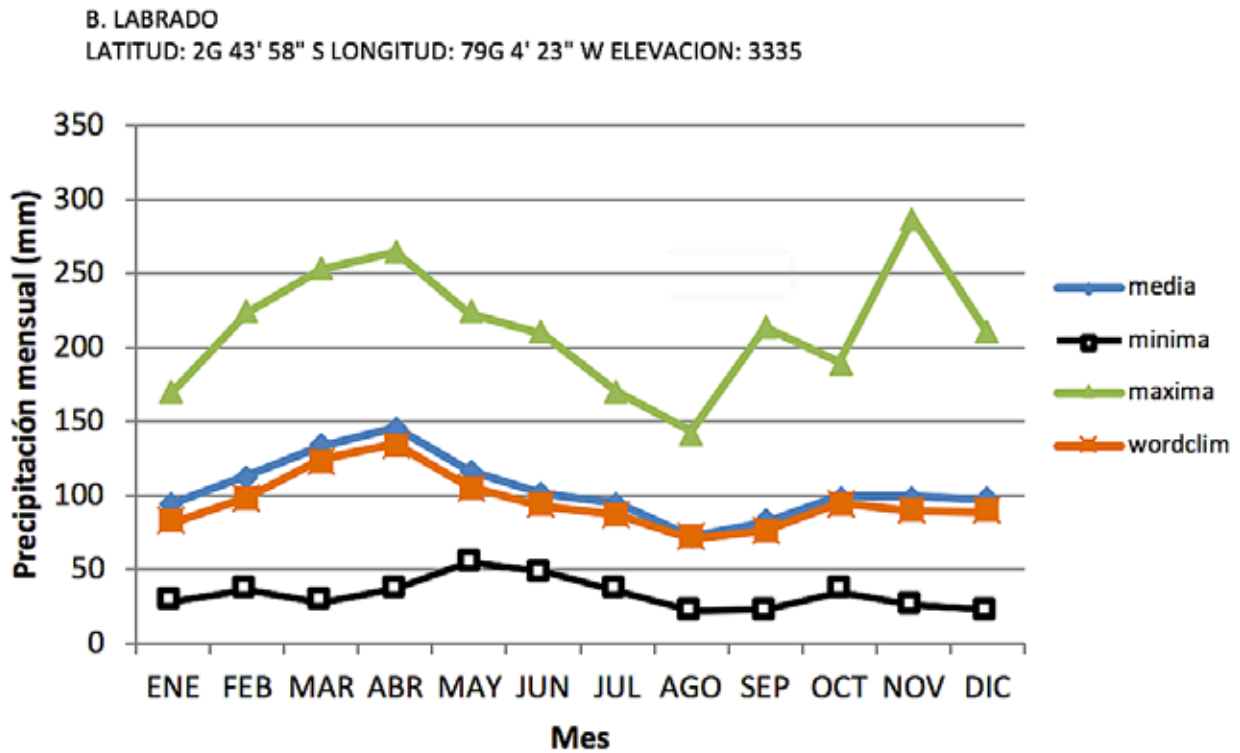


Figura N. 5: Precipitaciones mensuales mínima, media y máxima (mm) registradas por INHAMI entre 1960 y 2015, y precipitación estimada según el modelo Wordclim (Fick & Hijmans 2017), en la localidad Labrado. Elaboración: Ansaloni R.

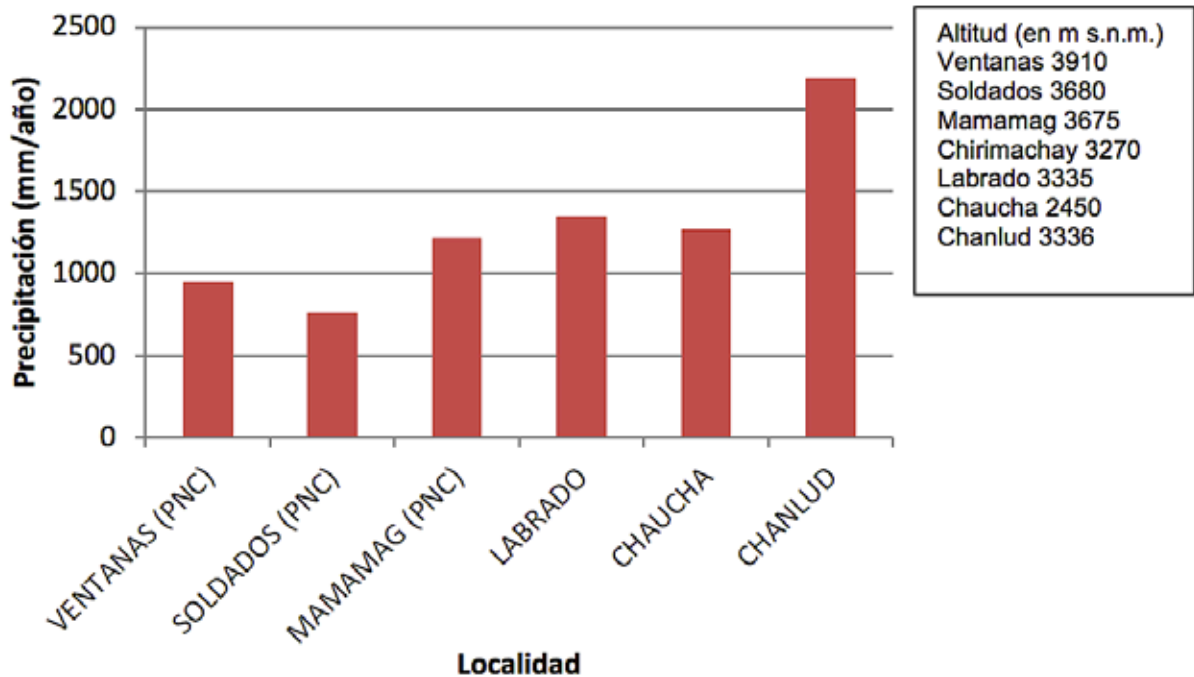


Figura N. 6: Comparación de la precipitación promedio registrada entre los años 2014-2016 en 6 lugares del macizo del Cajas (Fuente: ETAPA-EP. Elaboración: Ansaloni R.)

La temperatura depende en gran medida de la altitud, como lo demuestran el modelo Wordclim (Fick & Hijmans 2017) y los escasos datos de INHAMI y ETAPA-EP. Las localidades donde se registran algunos días del año con temperaturas mínimas debajo de cero, tienen alturas superiores a 4100 m.

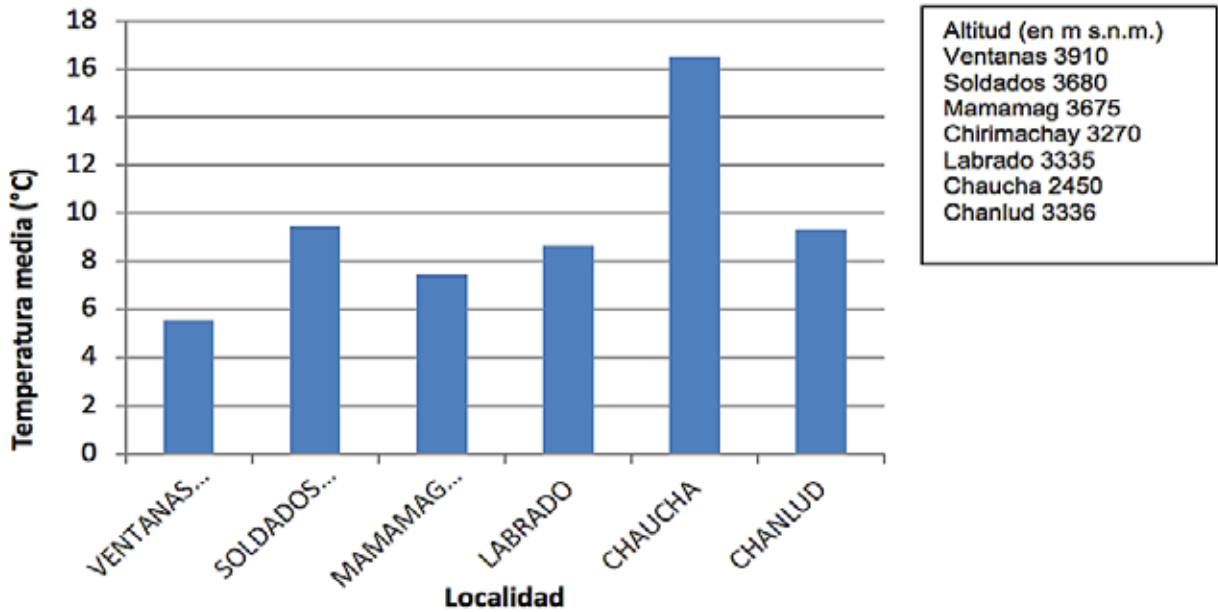


Figura N. 7: Comparación de la temperatura promedio registrada en 6 lugares del macizo del Cajas entre los años 2014-2016 (Fuente: ETAPA-EP. Elaboración: Ansaloni R.)

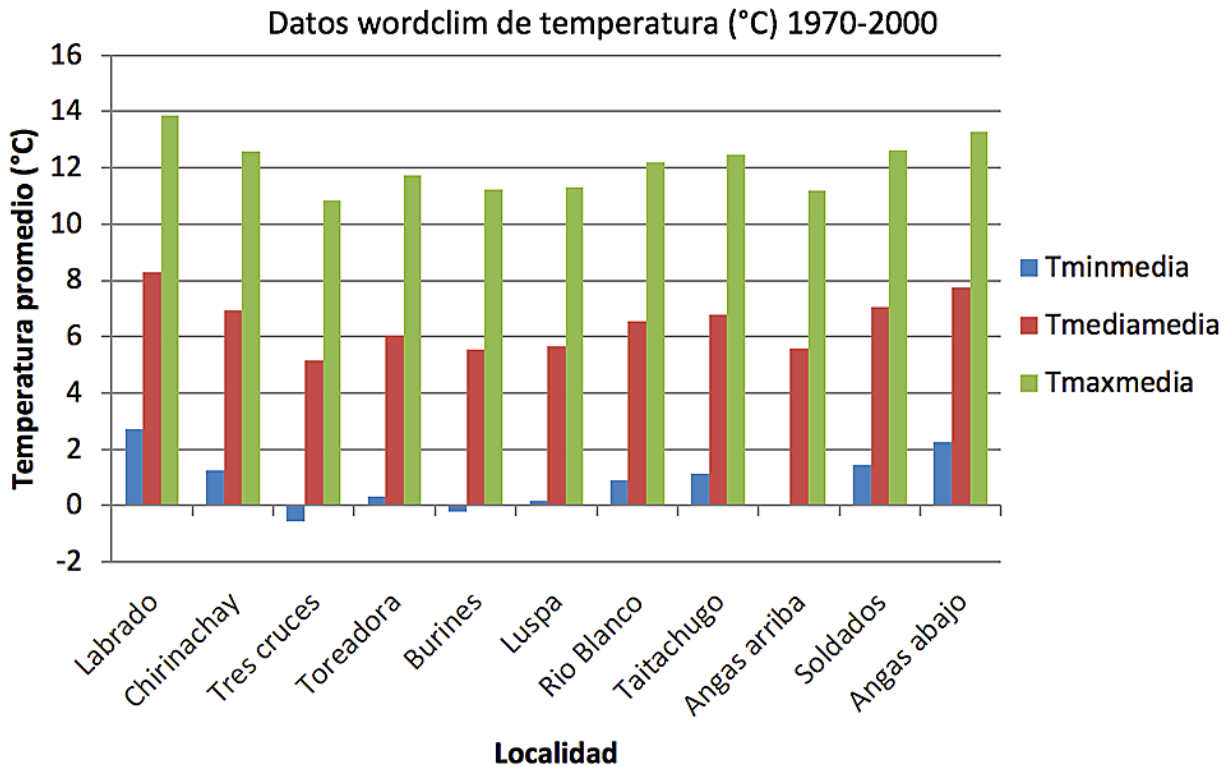


Figura N. 8: Temperaturas máximas, mínimas y medias estimadas por Wordclim (2017) para 11 puntos del PNC. (Elaboración: Ansaloni R.)

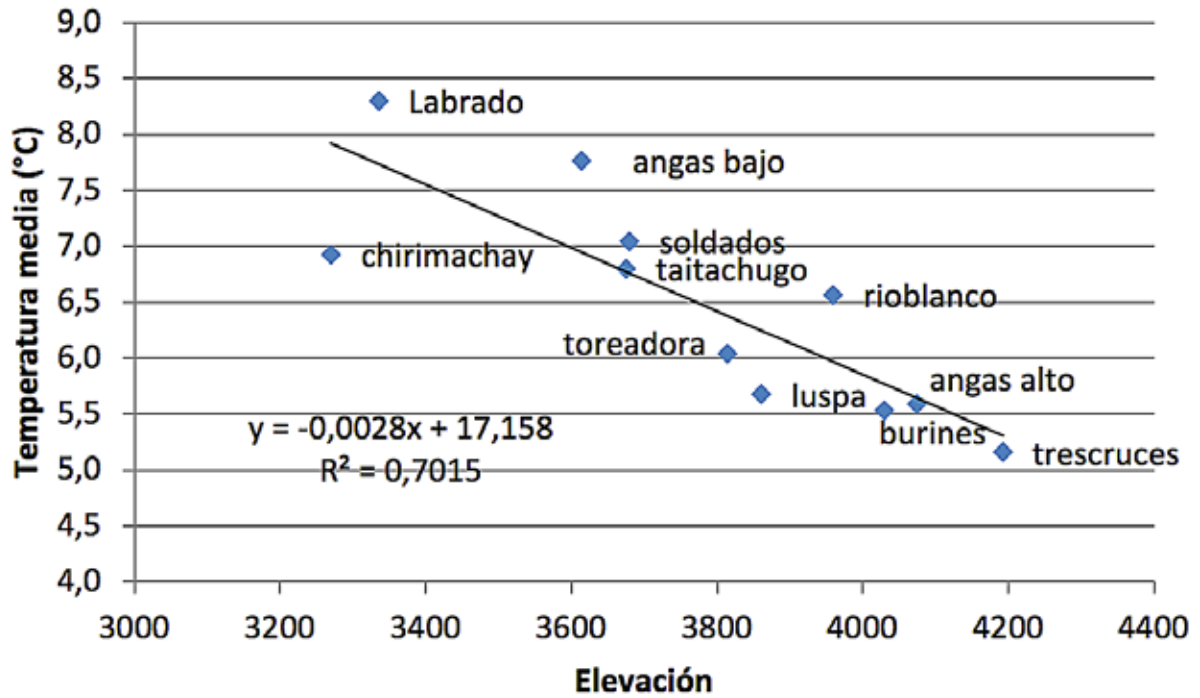


Figura N. 9: Precipitaciones mensuales mínima, media y máxima (mm) registradas por INHAMI entre 1960 y 2015, y precipitación estimada según el modelo Wordclim (Fick & Hijmans 2017), en la localidad Labrado. Elaboración: Ansaloni R.



1.2 BIOGEOGRAFÍA Y BIOCLIMATOLOGÍA

1.2.1 Biogeografía

Biogeografía no es otra cosa que la geografía de animales y plantas. Así definida, esta ciencia se puede aplicar tanto a los seres vivos como a los fósiles, aunque es más frecuente que se oriente al conocimiento de la distribución de los animales y plantas vivos. Es objeto de la Biogeografía el estudio de su distribución, entendida como un sistema ordenado, jerárquico de rangos, agrupados de acuerdo con los grados de afinidad entre ellos. Dado que animales y plantas no se distribuyen según los mismos parámetros, las propuestas de sistematización de unidades bioclimáticas siguen modelos diferentes, lo que da lugar a la división clásica de Zoogeografía y Fitogeografía. Para Rivas-Martínez (2004), “La biogeografía, que por nuestra parte podría denominarse Fitogeografía, es la ciencia de la vegetación natural y de las especies que estudia la distribución de las biocenosis y especies en la Tierra”. En base a los areales actuales de táxones y sintáxones, así como los conocimientos y modelos procedentes de otras ciencias de la naturaleza (Geografía Física, Edafología, Bioclimatología, etc.) establece una tipología global de la biosfera.

En cuanto al sistema jerárquico de rangos, “las unidades tipológicas principales en orden jerárquico decreciente son: reino, región, provincia, sector, distrito y tesela”. Salvo para esta última, pueden reconocerse rangos auxiliares de menor o mayor rango (sub-, supra-) (Rivas-Martínez 2004).

Hace casi 150 años de la primera propuesta de clasificación biogeográfica, propuesta por Russel Wallace, a la que han seguido otras de distintos autores. Alcaraz (2016) hace una revisión histórica de estas clasificaciones, con especial atención a las basadas en criterios botánicos. Con más detalle y proximidad al territorio estudiado, tiene casi medio siglo el primer intento de clasificación biogeográfica de América del Sur (Cabrera & Willink 1973). De las propuestas modernas, merecen ser destacadas las de Juan J. Morrone (2001) sobre América del Sur y Caribe -con fuerte componente zoológico-, con sucesivas modificaciones posteriores; la de Galán de Mera & al. (2002), que plantea una nueva clasificación con base en sus estudios fitosociológicos peruanos y las de Rivas-Martínez, con sucesivas propuestas de clasificación biogeográficas globales, incluida América del Sur. En concreto, seguimos la propuesta de Rivas-Martínez & al. (2011), con la siguiente clasificación del PNC:

Reino Neotropical-Austroamericano
Subreino Neotropical
Superregión Caribeña-Novogranatense
Región Novogranatense
Provincia Guayaquileña-Ecuatoriana

1.2.2 Bioclimatología

“La Bioclimatología es una ciencia ecológica que estudia la relación entre el clima y la distribución de los seres vivos en la Tierra (...). En la clasificación bioclimática que utilizamos desde hace años en Geobotánica, las jerarquías tipológicas de expresión latitudinal son los macrobioclimas, bioclimas y variantes bioclimáticas, en tanto que en su aspecto altitudinal son los pisos bioclimáticos o representación ombro-termotípica.” (Rivas-Martínez 2004).

Según esta clasificación hay 5 macrobioclimas: Tropical, Mediterráneo, Templado, Boreal y Polar, que se subdividen en un total de 27 bioclimas.

No hay disponibles datos climáticos detallados del PNC. Por ello, sólo es posible acercarse a la clasificación bioclimática de una manera grosera. Sin duda, el territorio se adscribe al macrobioclima Tropical: “Se considera que tienen macrobioclima tropical, a cualquier altitud y valor de continentalidad, todos los territorios de la Tierra pertenecientes a las cinturas latitudinales ecuatorial y eutropical (0 a 23° N & S). Con este criterio, el PNC situado entre 02° 42' y 02° 58' de latitud

Sur, posee un macrobioclima Tropical. A partir de la clasificación bioclimática de Rivas-Martínez (2004) el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE) elaboró un Modelo bioclimático para la representación cartográfica de Ecosistemas del Ecuador Continental. En ello, la zona del PNC tiene bioclima “pluvial” y “pluviestacional” (Galeas & Guevara 2013).

1.3 GEOGRAFÍA HUMANA

El PNC es particularmente importante para la ciudad de Cuenca y el Ecuador entero, no solamente por su belleza estética, la alta biodiversidad que alberga y los espacios naturales que brinda, sino principalmente porque de sus lagunas se recaba la mayor parte del agua que consume la ciudad; además allí nacen los ríos que aportan al principal sistema de centrales hidroeléctricas de todo el Ecuador, que están ubicadas a lo largo del río Paute.

La historia del Parque Nacional inicia en junio de 1977, fecha en la que se declaró como Área Nacional de Recreación Cajas, para luego establecer sus límites, y finalmente el 5 de noviembre de 1996 ascendió a la categoría de Parque Nacional Cajas. En el año 2000 el Ministerio de Turismo y Ambiente suscribió con la Ilustre Municipalidad de Cuenca un convenio de descentralización para la gestión y manejo del Parque Nacional Cajas y desde el 2005 ETAPA (Empresa Pública Municipal de Teléfonos, Agua Potable y Alcantarillado) tiene la obligación y responsabilidad para su gestión y manejo.

El estatus de Parque Nacional no lo deja exento de los efectos de las acciones humanas: el pastoreo y las quemas han degradado algunas zonas del Parque; adicionalmente la construcción de la carretera que une Cuenca con Guayaquil ha causado y sigue provocando fuertes impactos: ruido, acumulación de basura, contaminación atmosférica, iluminación nocturna, desvío de cursos de agua, drenaje y secado de humedales y posible introducción de especies exóticas al parque. La gratuidad del ingreso a las áreas protegidas nacionales, conjuntamente al mejoramiento de las vías de acceso, han incrementado el número de visitantes (50-60 mil por año, entre 2013 y 2016).

Dentro del El Parque Nacional Cajas no hay habitantes, sin embargo, en las zonas aledañas existen algunas aldeas, así como haciendas, dedicadas principalmente a la piscicultura y ganadería. Las comunidades: Llano largo, ZhigAlto, Angas, San Antonio de Chaucha, Migüir, Río Blanco, Patul, Soldados, Baute, Quinuas y Guavidula se localizan a pocos kilómetros de distancia de los límites del parque (Vasco-Tapia & al. 2012).

La crianza de las truchas con fines comerciales se realiza en las inmediatas cercanías del parque, y estos peces son abundantes en sus lagunas y ríos, siendo la pesca uno de los principales atractivos turísticos de PNC. El impacto de este pez introducido afecta sobre todo la fauna autóctona de peces y anfibios. En cambio, la presencia de ganado bovino, equino y ovino, tiene un impacto negativo sobre la flora, por un lado, de manera directa, por el pastoreo, por otro lado, por las quemas provocadas sobre el páramo, con la finalidad de que el pajonal se regenere con hojas tiernas y más ricas en nutrientes. No existe una estimación precisa del número de animales presentes en PNC, que se han observado en mayor número en la zona de Soldados, Luspa, Larga y Burines, o sea en la zona noroccidental, sur-oriental y central. Adicionalmente, en Llaviucu se han establecido caballos y llamas, sobre el pastizal preexistente, mientras que en las cercanías de la carretera principal se introdujeron llamas y alpacas, que, por nuestras observaciones, afectan a algunas especies en peligro, como *Puya* spp. (Minga & al. 2016).

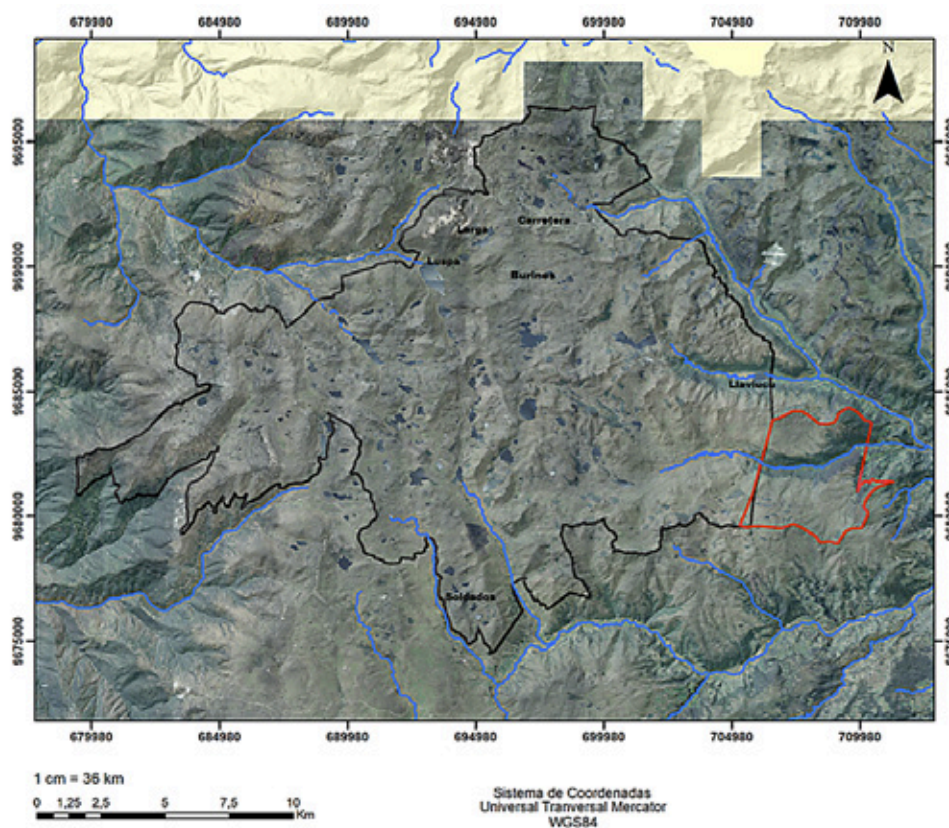


Figura N. 10: Ortofoto del Parque Nacional Cajas, con la ubicación de los lugares mencionados en el texto. En rojo el bosque protector de Mazán, parte integrante del PNC. Elaboración: Pacheco D. y Ansaloni R.

Estas afectaciones no han impedido que el PNC obtenga varios reconocimientos, entre ellos, en 2013 el Macizo del Cajas, del cual el PNC es el “núcleo central”, fue declarado “Reserva de la Biosfera” por la UNESCO.

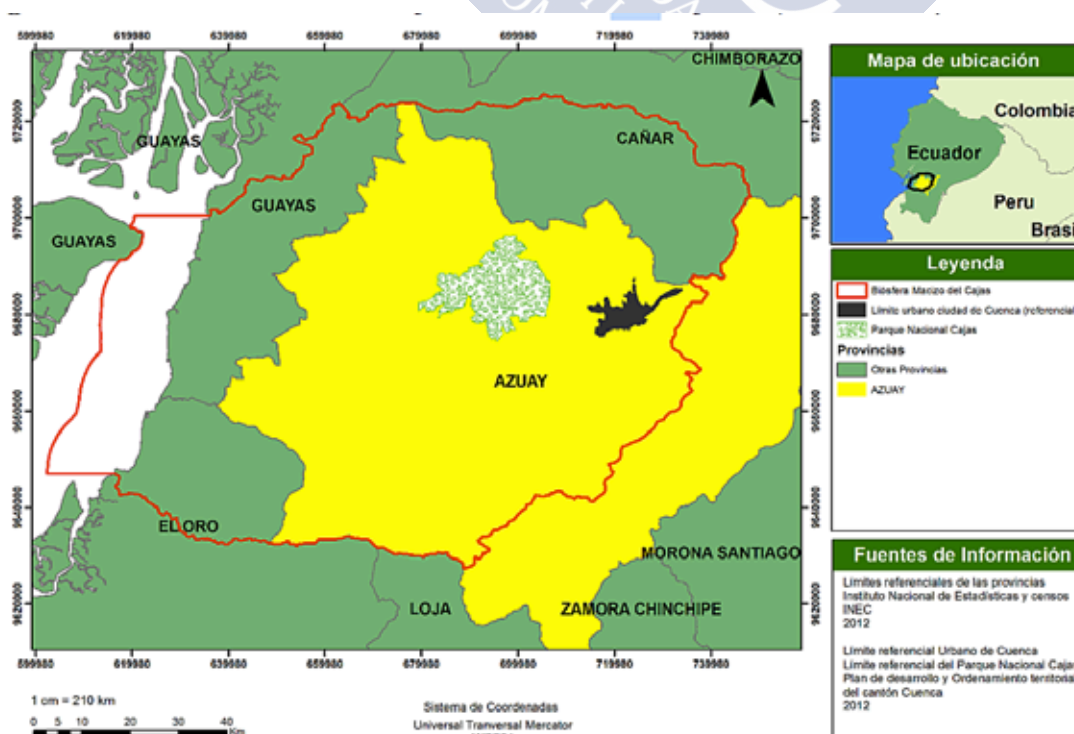


Figura N. 11: Reserva de la biosfera “Macizo del Cajas”. Elaboración: Pacheco D., Ansaloni R.

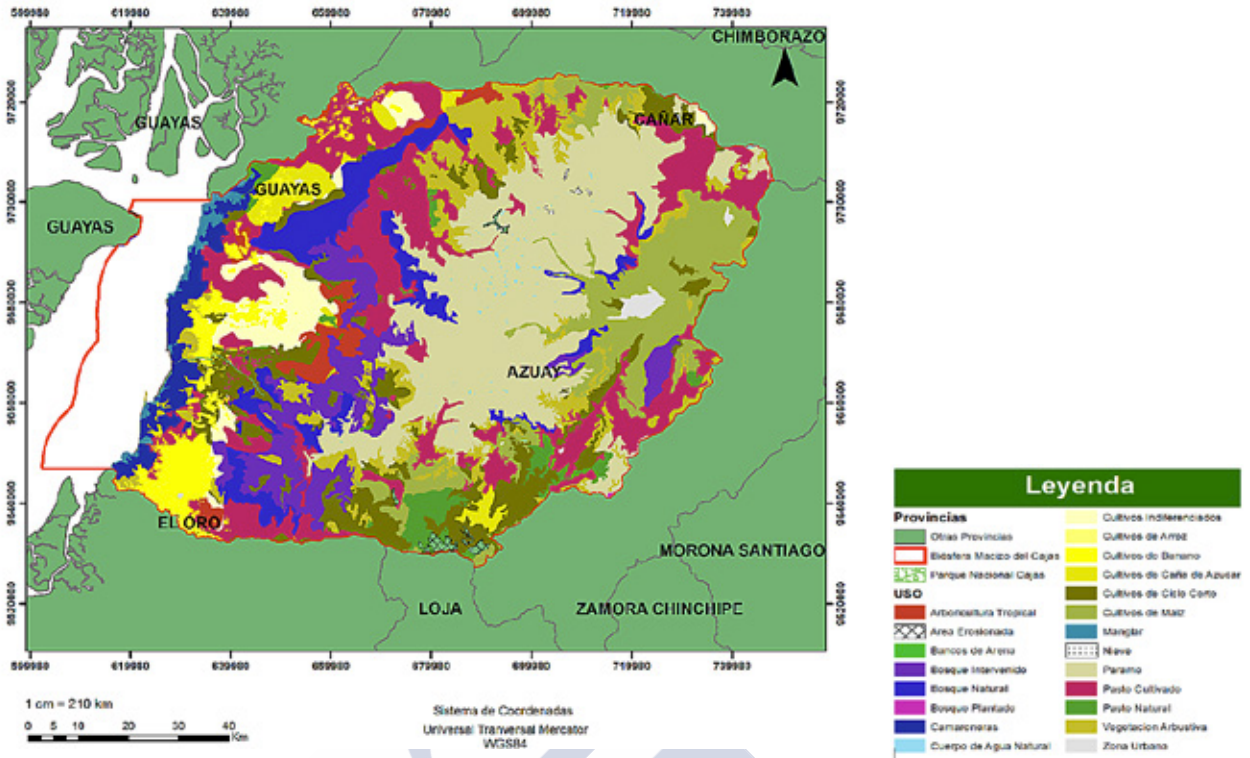


Figura N. 12: Cobertura vegetal en la reserva "Macizo del Cajas".
Elaboración Pacheco D., Ansaloni R.



1.4 FLORA Y VEGETACIÓN

1.4.1 Flora

El páramo, con sus lagunas, flora y fauna exclusivas, es el ecosistema más extenso en el PNC, pero no es el único, ya que existen zonas con presencia de bosques, en las elevaciones más bajas. Son parte integrante del PNC los bosques de Mazán y Llaviucu a este y de Jerez y Yacutuviana a oeste. En el páramo existen los característicos bosques de “árbol de papel” o “quinua” (*Polylepis* spp.), pequeños o medianos remanentes que se encuentran relegados en riscos, fuertes pendientes y zonas protegidas del fuerte viento, frecuentemente sobre sustrato rocoso.

El Cajas, al igual que todas las montañas tropicales y los páramos en específico, tiene altísima diversidad de especies. El páramo en general contiene alrededor de 3595 especies de plantas vasculares y el páramo de Ecuador alrededor de 1524 especies, siendo el país con mayor diversidad florística por unidad de superficie. (Sklenář & al. 2005). El área de los ecosistemas de páramo en el Ecuador asciende a 1.843.447ha, es decir aproximadamente un 7% del territorio nacional (Beltrán & al. 2009).

En este medio ecológico las plantas muestran una variedad de adaptaciones morfológicas y fisiológicas, que pueden ser apreciadas en los diferentes hábitos o formas de vida. Se pueden observar plantas con forma de roseta, como *Hypochaeris sessiliflora*, *Werneria nubigena*, *Orithrophium peruvianum*; plantas con forma de cojín o almohadilla como *Plantago rigida*, pastos que forman macollas como *Calamagrostis intermedia*, *Festuca subulifolia*; arbustos microfilos: *Loricaria ilinissae*, *Chuquiraga jussieui* y arbustos rastreros como *Vaccinium floribundum*, *Pernettya prostrata*, *Gaultheria amoena*, *Baccharis alpina*, entre otros. Los rodales de bosques esparcidos alrededor de las lagunas, en pendientes y barrancos, están compuestos principalmente por especies de los géneros *Polylepis* y *Gynoxys*. En las lagunas se encuentran plantas acuáticas tales como *Potamogeton paramoanus* y en sus alrededores plantas semiacuáticas como *Isoetes novo-granatensis*.

1.4.2 Tipos básicos de vegetación del páramo del Parque Nacional Cajas

Distintos trabajos han propuesto distintas denominaciones para las unidades de vegetación más reconocibles, se reportan a continuación los más seguidos.

Tabla N. 1: Correspondencia entre el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador (Galeas & Guevara, 2013) y los sistemas de clasificación de Josse & al. (2003) y Sierra & al. (1999).

Sierra et al. 1999	Josse et al. 2003	Galeas & Guevara 2013
Páramo herbáceo	Pajonales altimontanos y montanos paramunos	Herbazal montano alto y montano alto superior de páramo CES409.123
Incluido en Bosque siempreverde montano alto	Pajonales arbustivos altimontano paramunos	Herbazal y arbustal montano alto y montano alto superior de páramo CES409.124
Páramo de almohadillas	Arbustales bajos y matorrales altoandinos paramunos Matorrales edafoxerófilos en cojín altoandinos paramunos	Arbustal siempreverde montano alto superior y subnival de páramo CES409.096 CES409.122

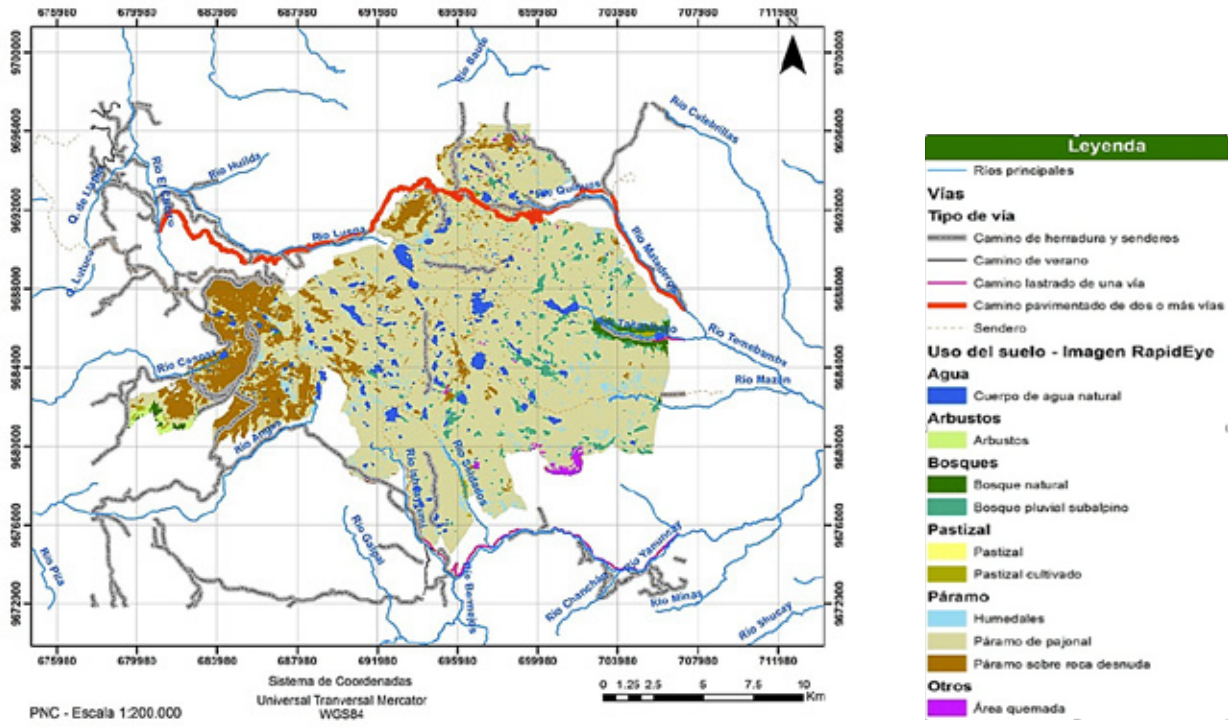


Figura N. 13: Cobertura vegetal y uso del suelo del PNC. Elaboración: Pacheco D.



1.4.2.1 Bosque

En las partes más bajas del PNC, tanto al oriente como al occidente, existen comunidades vegetales adscritas a la categoría de bosque alto andino (Sierra & al. 1999). Los dos tipos de vegetación boscosa son:

a. Bosque alto andino de Mazán y Llaviucu

Esta comunidad vegetal se encuentra ubicada al este del PNC y cubre gran porcentaje del área de las microcuencas de Llaviucu y Mazán entre los 2900 y 3400 m.

La diversidad vegetal incluye alrededor de 300 especies de plantas vasculares; de estas, aproximadamente 50 son especies de árboles, 60 arbustos, 10 lianas, 40 epifitas (orquídeas y bromelias) y 140 son hierbas (Serrano 1996).

En los sitios de bosque no intervenido de la microcuenca del río Mazán, el dosel puede alcanzar los 15 o 20 m de altura. Entre las especies dominantes están *Prumnopitys montana*, *Weinmannia fagaroides*, *Hedyosmum cumbalense*.

En ambos bosques secundarios no se pueden distinguir estratos, la vegetación es tupida y alcanza una altura de 5 a 8 m. En cuanto a la composición florística, muchas de las especies de bosque primario, también se pueden encontrar en este hábitat, las cuales están acompañadas de otras especies arbustivas y arbóreas.

Los arbustos como *Salvia hirta* y *S. corrugata*, son frecuentes hacia los bordes del bosque secundario, sitios abiertos y márgenes de senderos (Minga 2000).

b. Bosque alto andino de Jerez y Yacutuviana

Se localiza al oeste del PNC, mayoritariamente fuera de sus límites actuales, y ocupa las microcuencas del Jerez y Yacutuviana, entre los 2900 y 3400 m s.n.m.

Los remanentes boscosos se encuentran prevalentemente sobre fuertes pendientes, hacia los bordes de quebradas y riachuelos.

La altura de los árboles que están en el dosel promedia los 12 m, presentan fustes tortuosos y muy ramificados, donde crecen una gran variedad de epifitas, esencialmente orquídeas y bromelias. Entre las especies de árboles más abundantes tenemos: *Freziera verrucosa*, *Saurauia bullosa*, *Abatia parviflora*, *Symplocos spp.*, *Clethra revoluta*, *Myrcianthes spp.*, *Ocotea sp.*, *Persea sp.*, *Brunellia goudottii*. El subdosel está caracterizado por especies como: *Palicourea heterochroma*, *Solanum nutans*, *Oreopanax spp.*, *Siparuna spp.*, *Sessea crassivenosa* entre otras. En los claros y hacia los bordes son frecuentes las especies: *Monactis holwayae*, *Ferreyranthus verbascifolia*, *Tournefortia scabrida* y *Gynoxys spp.*

Existe una franja de transición entre los 3300 y 3600 m, en donde existe un bosque bajo y denso y un dosel cerrado que alcanza una altura promedio entre 5 y 8 m, la especie dominante es *Polylepis lanuginosa* (Minga & al. 2016).

1.4.2.2 Páramo

En las partes más altas del parque y del entero macizo del Cajas se encuentran algunas formaciones vegetales, entre las que más destacan se observan (Minga & al. 2016):

a. Ecotono bosque - pajonal

El área de transición entre el límite superior del bosque y el pajonal, se caracteriza por la presencia de arbolitos, arbustos y sub-arbustos entre la vegetación herbácea. Es una zona de enorme diversidad de especies vegetales, ya que están presentes tanto especies típicas de los bosques altoandinos, como las especies propias del páramo. La composición en especies de estas líneas de borde, varía según la vertiente y la exposición, como lo demuestran las colecciones del Herbario Azuay (HA), realizadas recientemente por Minga y otros.

b. Pajonal

El páramo herbáceo o páramo de pajonal es la comunidad vegetal más abundante dentro del PNC y se distribuye en todas las microcuencas, tanto en la vertiente oriental como occidental. Fisonómica y estructuralmente es bastante homogénea, con predominancia de gramíneas en forma amacollada (caméfitos gramínoideos), que forman una capa herbácea, bajo la cual crece un sinnúmero de otras pequeñas especies. Asociados al “pajonal” crecen también gran cantidad de pequeños arbustos. Donde existe mayor humedad se observa abundante musgo en la base de las macollas. El término “paja” no define una sola especie, sino algunas especies de gramíneas con el característico hábito en macolla. En el Cajas, las especies dominantes son *Calamagrostis intermedia* (o, menos frecuentemente, otras especies del mismo género) y *Festuca subulifolia*.

El pajonal está presente tanto en pendientes pronunciadas como en los valles, sobre suelos orgánicos, de profundidad variable y con niveles de humedad que dependen de la época del año, topografía y drenaje, pero que casi nunca están encharcados. La altura de la paja parece depender de factores naturales como topografía, profundidad del suelo, exposición y altitud, pero sobre todo está influenciada por la actividad humana, como pastoreo, quemadas, pisoteo.

c. Humedales y tapices de *Plantago rigida*

El páramo de almohadillas ocupa mayoritariamente las áreas denominadas ciénagas o turberas, que son lugares saturados de agua en donde el suelo presenta condiciones anaeróbicas, lo que inhibe la descomposición del material vegetal. Constituyen formaciones de gran importancia ecológica, ya que muchos ríos y quebradas andinas encuentran su fuente en estos sitios. Se localizan en hondonadas, pequeños valles y a veces en áreas de pajonal abierto. Es difícil establecer con precisión su extensión en el PNC, debido a que se encuentran dispersos a través de toda la superficie del pajonal y en áreas muy pequeñas y restringidas. Rivas- Martínez y Tovar (1982) definen este tipo de formación vegetal como “turberas duras altoandinas”, que, con comunidades vegetales diferentes, ocupan los espacios húmedos tanto del páramo como de la puna.

Frecuentemente el musgo cubre parte de la superficie y de su manto sobresalen almohadillas de *Plantago rigida*, la especie dominante en este ambiente. Hacia los bordes se encuentran muchas otras especies adaptadas a la humedad. En los lugares inundados pueden dominar plantas semi-acuáticas, como *Oerobolus ecuadorensis* y *Distichia acicularis*.

d. Bosques de *Polylepis*

Los bosques de *Polylepis* (también llamados quinales o bosques de papel) revisten mucha importancia en la regulación hídrica del páramo, debido a la gran cantidad de musgos, que forman “alfombras” sobre el suelo y los árboles, capaces de almacenar grandes cantidades de agua.

Los fragmentos de bosques se caracterizan por su alta especificidad y diversidad biológica. Están concentrados en áreas muy reducidas, sobre la cota de los 3.000 m.

Una de las áreas más importantes para la diversificación del género *Polylepis* es el Parque Nacional Cajas, donde se encuentran cuatro de las siete especies registradas en el Ecuador. Las especies presentes son:

P. reticulata, la más común en el parque, aunque endémica, distribuida sobre todo en las subcuencas de los ríos Tomebamba y Taitachugo, desde 3300 hasta 3800 m.

P. lanuginosa, presente sólo en la vertiente occidental del parque, dentro y fuera de sus límites, en las zonas de Angas, Yacutubiana y Río Blanco. Es una especie endémica.

P. incana, cuyos bosquetes se encuentran en la parte norte del PNC, cerca de los cursos de agua.

P. weberbaueri, presente sólo en la parte sur-este del PNC, es una especie con distribución reducida en esta zona.

Se localizan generalmente en sitios protegidos y cerca de las lagunas, en lugares rocosos,

encañonados y en las orillas de quebradas y riachuelos. El estrato arbóreo es bajo, entre 8 y 10 m de altura, con árboles retorcidos y muy ramificados, cuyos troncos y ramas están cubiertos de musgos. Los taxones leñosos presentes en estos bosques son muy específicos, debido a que pocas especies arbustivas pueden adaptarse a estas alturas.

La especie peruana *P. racemosa* ha sido recientemente introducida en áreas aledañas al parque, sin previamente realizar evaluaciones sobre su capacidad de expansión e hibridación con las especies nativas. Es una especie agresiva y de rápido crecimiento, que podría convertirse en una amenaza para las especies nativas de este género.

e. Matorrales de *Arcytophyllum vernicosum*

Este ambiente está marcado por la presencia de *Arcytophyllum vernicosum*, una de las 15 especies del género, que están distribuidas en las montañas de Costa Rica y Panamá y en los Andes, desde Venezuela hasta Bolivia; pero con mayor diversidad específica en el Ecuador, donde se registran 10 especies (7 de las cuales registradas en PNC). Junto a la especie nominada, se encuentran especies características como *Senecio josei*, *Melpomene moniliformis* y *Werneria pumila*. Las plantas herbáceas son acompañadas por numerosas especies leñosas, algunas específicas y otras de amplia distribución.

Los matorrales con *Arcytophyllum vernicosum* se caracterizan por tener suelos superficiales y rocas expuestas, entre las cuales crecen numerosos arbustos y hierbas con llamativos y variados colores. Abundantes líquenes crecen sobre el suelo, rocas y entre las plantas vasculares, lo que permite crear un mejor microclima y enriquecer aún más la diversidad de este ecosistema. Se encuentran entre los 3750 y 3900 m especialmente entre las lagunas Patoquinas y Toreadora.

A alturas mayores a 4000 m la vegetación del PNC muestra cambios importantes y se pueden observar diversas formaciones vegetales:

f. Matorrales de *Loricaria ilinissae* (superpáramo)

Este ambiente se encuentra a altitud mayor a 4000 m s.n.m., particularmente en los lomos de las colinas y sobre suelos superficiales y con frecuentes afloramientos rocosos, en lugares con pendientes de moderadas a fuertes. En el PNC esta formación está presente en las partes altas de Patul, cerro Toreadora, Osohuayco y Burines.

La característica coloración ferruginosa se debe a la especie dominante, que es endémica del Ecuador, entre la cual crecen numerosos arbustos y hierbas, muchas de ellas de distribución restringida.

g. Rocas (superpáramo)

Las partes más altas del PNC, por encima de los 4100 m, presentan rocas expuestas y suelos casi ausentes por la erosión. Las condiciones climáticas son extremas: son frecuentes los días de neblina intensa y llovizna; los vientos son constantes y fuertes, las temperaturas particularmente bajas; en los raros días despejados la luz es muy intensa, la radiación UV alta y el aire extremadamente seco. Sin embargo, existen plantas que crecen en este inhóspito ambiente. Entre las rocas, la vegetación es muy diversa y se encuentran plantas únicas, cuya distribución es restringida a este particular hábitat. Es el caso de las raras especies como *Nototriche hartwegii*, *Valeriana henrici* y *Valeriana secunda*. Son especies adaptadas a bajas temperaturas y esporádicas heladas, pero sobre todo pueden defenderse de la desecación provocada por la baja presión atmosférica y el viento, mediante mecanismos morfológicos y fisiológicos específicos, entre ellos el tamaño pequeño, la presencia de pelos y el crecimiento lento. En el PNC existen dos áreas con cimas expuestas: el divisorio de aguas en la parte norte, y el lado occidental del

PNC, en las subcuencas de Angas. Las colecciones botánicas en esta última área son escasas, a diferencia de la primera área, que es conocida. La preservación de estas zonas es muy importante para garantizar la supervivencia de estas especies exclusivas.

h. Vegetación lacustre

Los lagos son un componente característico y esencial del paisaje del Cajas. El sistema dentro del Parque que comprende aproximadamente 2309 cuerpos de agua distribuidos en un rango altitudinal entre los 3150 y 4300 m s.n.m. Existen 178 lagunas con extensión mayor a 1 ha y 443 lagunas con extensión entre 0.1 y 1 ha. El resto son charcas y humedales de pequeño tamaño.

En el Parque Nacional Cajas existen en su gran mayoría lagunas oligotróficas, caracterizadas por aguas profundas, con líneas ribereñas escarpadas; las lagunas mesotróficas son escasas en el área y las eutróficas de poca profundidad, con alta concentración de nutrientes, se restringen en su mayoría a la micro-cuenca del río Quinuas. (ETAPA-EP 2017).

Las comunidades vegetales presentes en este ambiente tienen alta especificidad y cubren el contorno litoral de lagunas o pueden estar sumergidas en ellas. Estas especies pueden ser importantes indicadores del estado de las lagunas, pues su densidad dependería de la calidad del agua y de los sedimentos. En lagunas de baja profundidad como Illincocha, gran parte de la superficie lagunar está conformada por densos colchones de *Myriophyllum quitense*. *Schoenoplectus californicus* cubre parcialmente la laguna Totoras.

Las especies semiacuáticas *Carex azuayae* y *Carex toreadora*, que fueron colectadas ya en los años '40 cerca de la laguna Toreadora, son especies endémicas, con distribución restringida incluso dentro del PNC (Minga & al. 2016).

i. Vegetación nitrófila antrópica

Dos carreteras atraviesan el Parque Nacional Cajas, una de ellas es una carretera de primer orden, de alto tráfico, que enlaza Cuenca con Guayaquil, principal puerto del Ecuador. En los bordes de estas carreteras, así como cerca de las escasas habitaciones que están dentro del Parque, en los cultivos allí presentes, en los caminos de herradura y en los numerosos senderos, se encuentran especies nitrófilas, introducidas y, en menor proporción, nativas. Estas especies, resistentes al pisoteo, con semilla y órganos reproductores de fácil dispersión, se encuentran también en el pajonal y humedales, frecuentemente traídas por los animales en pastoreo, como en el caso de *Taraxacum officinalis*, *Lachemilla orbiculata*, *Poa annua* y *Rumex acetosella*. Algunas de ellas fueron sembradas a propósito, con fines productivos u ornamentales, como *Trifolium repens* y *Leucanthemum maximum*, entre las principales.

1.5 HISTORIA DE LAS COLECCIONES BOTÁNICAS EN EL CAJAS

El páramo, siendo un espectacular ecosistema altoandino y tropical al mismo tiempo, es fascinante para los naturalistas. Alexander von Humboldt lo visitó hace 200 años, realizando algunas colecciones botánicas a lo largo de la cordillera, probablemente también en la zona del Cajas. Humboldt empezó el estudio científico de este ecosistema, destacando cómo las formaciones vegetales y las especies cambian en función de la altitud. No se reportan expediciones botánicas anteriores en esta zona. Charles Marie de la Condamine estuvo por largo tiempo en Cuenca, sin embargo, no existen colecciones efectuadas por él en el Cajas.

Los primeros estudios botánicos de cierto espesor efectuados en la zona del Cajas remontan al siglo XX (Camp 1946): colecciones de Julian A. Steyermark (1943), de Wendell H. Camp (1945 y posterior), Harriet Barclay en el año 1959. En los años '80 Jaime Jaramillo, Paul Ramsay, entre otros, efectuaron expediciones y colectaron en esta zona, pero sólo desde la década de los '90

empezaron estudios botánicos en toda el área, desde los bosques hasta el superpáramo. Los mayores conocedores de la flora de los páramosW también han visitado y colectado en el Cajas en los últimos 30 años: Carmen Ulloa cuenta con numerosas colecciones de esta zona depositadas en los herbarios MO, HA, QCA, QCNE. De la misma manera P. Jørgensen, P. Sklenář, J. Luteyn, K. Romoleroux, A. Cleef y otros. Entre los mayores colectores en esta área se destaca Danilo Minga, que cuenta con aproximadamente 900 muestras del Cajas. Estas muestras, conjuntamente a las de A. Verdugo y de otros botánicos de la Universidad del Azuay, reposan en el Herbario Azuay (HA). En este mismo herbario reposan las muestras colectadas en el PNC y en la provincia de Azuay, por Izco y otros botánicos de la Universidad de Santiago de Compostela entre 2009 y 2013.







CAPÍTULO 2:

Flora del páramo del P.N. Cajas



CAPÍTULO 2: FLORA DEL PÁRAMO DEL P. N. CAJAS

2.1 MATERIALES Y MÉTODOS

2.1.1 Lista

Para elaborar la lista de especies registradas, se revisaron las colecciones provenientes del Parque Nacional Cajas en el Herbario Azuay (HA) y en la base de datos Tropicos®. Herbario Azuay 2017; Tropicos.org 2017. Se ignoraron las especies registradas exclusivamente debajo de los 3300 m de altitud, por no ser especies características del páramo, sino de bosque montano. El presente catálogo incluye, por lo tanto, las especies que se encuentran principalmente en el páramo, omitiendo aquellas propias de los bosques altoandinos, y que sólo excepcionalmente se han registrado fuera de ellos. HA y MO (Herbario del Jardín Botánico de Missouri) son los dos herbarios con el mayor número de colecciones provenientes del Cajas; sin embargo, se revisaron los ejemplares presentes en otros herbarios ecuatorianos, como QCA (Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador) cuyos registros se incluyen en el presente estudio. Las colecciones provenientes de PNC y presentes en otros herbarios ecuatorianos no son relevantes, ni en número, ni en exclusividad, como se ha podido comprobar en las visitas efectuadas a varios de ellos (QCNE, HUTPL, LOJA) (Thiers 2016).

Tanto la base de datos HA como las de Tropicos® y QCA, contienen exclusivamente registros de colecciones de herbario y los datos referentes a cada especie están debidamente respaldados con muestras físicas.

Se indican sólo plantas vasculares, excluyendo por lo tanto briófitas, hepáticas y líquenes. Las plantas se presentan en orden alfabético por familia, género y especie. En el caso que exista registro de subespecie en el PNC, se reporta como taxón independiente, siempre y cuando no sea registrada exclusivamente la subespecie típica (que repite el epíteto de la especie). No se indican otros rangos infraespecíficos.

Las familias siguen el sistema APG IV (Angiosperm Phylogeny Group IV 2016). Para las plantas fanerógamas se sigue la autoría de Tropicos® del Missouri Botanical Garden, mientras que para los licopodios y helechos se empleó la clasificación publicada en 2016 por el Pteridophyte Phylogenic Group (Smith & al. 2006; PPG I 2016; Hassler 2017). Los taxones se enlistan en orden alfabético por familia, sin distinciones de los grupos a los cuales pertenecen (Licopodios, Helechos, Gimnospermas y Angiospermas). Para cada familia se reporta el número de géneros y especies presentes, resaltando cuantas de ellas son endémicas. Para cada género se menciona, así mismo, el número de especies y de especies endémicas.

2.1.2 Información específica

Para cada especie se indican: Forma biológica (FB), Rango altitudinal (RA), Hábitat (Ha), Distribución (Di) y Grado de amenaza (GA).

Por primera vez a nivel del Ecuador, y más aún, de sus páramos, se precisa la **forma biológica (FB)** de cada especie, con referencia a un sistema ordenado, el de Rivas-Martínez (2004), que define los biotipos por las cualidades morfológicas, biológicas y estructurales de las plantas, modificando el sistema de Raunkiaer (1934) y de otros autores: Braun-Blanquet (1964), Ellemberg y Muller-Dombois (1967), Bolós y Vigo (2013).

En este sistema se distinguen dos grupos, ambos presentes en el páramo del PNC: Pezophytia (biotipos terrestres) y Limnophytia (biotipos acuáticos). Existen siete diferentes biotipos terrestres: Terófitos, geófitos, hemicriptófitos, caméfitos, fanerófitos, lianas y epífitos. Los biotipos acuáticos

son tres: Hidrófitos, helófitos y pleustófitos. Cada uno de estos biotipos, a su vez, se subdivide según su morfología y fisiología, por un total de 59 diferentes formas de vida (Rivas-Martínez & Rivas-Sáenz 1996-2017).

Primero Hedberg & Hedberg (1979), luego Ramsay & Oxley (1997) emplearon una interesante clasificación de las formas de crecimientos, aplicable solamente a las plantas del páramo herbáceo, y por lo tanto no pertinente para los rodales de *Polylepis* y su flora asociada, ni para algunas de las especies que se encuentran en el límite inferior del páramo.

El sistema propuesto por Rivas-Martínez y empleado aquí, presenta diferencias con los anteriores sistemas de clasificación de formas de vida. Una de las modificaciones es considerar las gramíneas amacolladas, con la yema de renuevo claramente por encima del nivel del suelo, como caméfitos, concepto que se ha asimilado habitualmente para tipos leñosos. También, en muchos helechos se ha considerado la pertenencia al tipo geófito rizomatoso, aunque no siempre tiene el rizoma claramente debajo de tierra, aunque sí de materia orgánica o de musgos.

El biotipo (o forma biológica) indicado es aquel que se encuentra en el páramo del PNC. Por lo tanto, si una especie leñosa a alturas menores puede alcanzar alturas de hasta 10 m, pero en el área de estudio sólo tiene alturas de hasta 2 m, se clasifica como Nanofanerófito y no como Microfanerófito. Para las especies que no se ajustan a un único modelo o forma biológica se mencionan las formas biológicas en orden de importancia, siendo la primera también la más frecuente. Pese a que la clasificación de Rivas-Martínez no lo prevé, se ha decidido destacar las especies que no son completamente autótrofas, indicando su condición de hemiparásito, a lado de su biotipo.

El **rango altitudinal (RA)** indica la distribución altitudinal de cada especie en el Cajas y se estableció tomando en cuenta los registros de los herbarios y la observación personal. Desde luego, en otros lugares la misma especie puede vivir a altitudes diferentes (Jørgensen & León-Yáñez, 1999).

Como mencionado, se reportan exclusivamente las especies registradas por encima de 3300 m, sin embargo, el límite altitudinal inferior del PNC es 3160 m. Por esta razón, los taxones que se encuentran también a alturas inferiores, por ejemplo, en las áreas de Llaviucu y Mazán, se les anota el rango altitudinal a partir de los límites del PNC, o sea 3100 m aproximadamente. En algunos casos, se menciona solamente el límite superior del RA, omitiendo el inferior, que se encuentra a altura menor que 3100 m. Existen 194 especies que tienen un rango de distribución que parte de 3100 m y se extiende de manera variable, pero alcanza siempre alturas mayores o iguales a 3400 m. Son prevalentemente plantas acuáticas, arbustos y epífitas. Para el análisis de distribución altitudinal, la franja entre 3100 y 3300 m se excluyó, por no pertenecer al páramo.

Cuando existe información, se detalla además la distribución espacial a escala del PNC, de la especie: vertiente oriental-occidental, parte norte-sur, cuenca(s) hidrográfica(s) específica(s). La distribución altitudinal se resumió por tramos de 250 m, desde los 3300 m hasta los 4450 m.

Se mencionan en orden de importancia, los **hábitats (Ha)** en los cuales la especie ocurre con mayor frecuencia en el Cajas, sin que esto implique que ésta sea exclusiva y no se encuentre en otros ambientes del PNC o fuera de él. También se menciona, donde es posible, el tipo de suelo en el cual crece de preferencia la especie. Si la especie no es común en el PNC se menciona como “rara” y se especifica el hábitat de preferencia.

Debido a que en el PNC se han registrado 5 diferentes especies y al menos dos híbridos naturales de *Polylepis*, y por falta de indicaciones precisas en las colecciones, para las especies características de este hábitat se ha indicado un genérico “Bosque de *Polylepis*”. Hacen excepción las especies que habitan en la vertiente occidental, en la franja comprendida entre 3300 m y 3600 m, que está dominada por *P. lanuginosa*. Para ellas se especifica el hábitat como “Bosque de *Polylepis lanuginosa*”. Para las especies que viven de preferencias en matorrales, se especifica la especie dominante, sin embargo, no se empleó este dato en el análisis; debido a que algunas especies comparan varios hábitats se prefirió analizar los datos indicando un genérico “matorral”. Hace excepción

el matorral dominado por *Loricaria ilinissae*, por ser muy diferente de los demás.

Se indica la **distribución (Di)** de cada especie indicando si es autóctona o alóctona y, entre paréntesis, su distribución por países. En el caso de especies endémicas, se especifica su **nivel de endemismo** (Ecuador, provincia de Azuay, o Parque Nacional Cajas). Las especies de amplia distribución se indican como “cosmopolitas”. En caso de plantas cultivadas, se reporta este particular.

Para determinar la corología de cada especie, además de la base de datos Tropicos© (<http://www.tropicos.org>), se consultaron Catalogue of life en www.catalogueoflife.org/annual-checklist/ (Roskov & al. 2017), Catalogue of vascular plant of Ecuador (Jørgensen & León-Yáñez 1999), los pertinentes volúmenes de Flora of Ecuador y Flora Neotropica, monografías y artículos sobre cada especie, género o familia, y el catálogo de plantas y líquenes de Colombia (Bernal & al. 2015; Hassler 2016).

Para el **grado de amenaza (GA)** se reporta la evaluación más reciente, tomando en cuenta la lista roja IUCN y las dos ediciones del Libro rojo de plantas endémicas (Valencia 2000; León-Yáñez 2011).

A tal respecto, es oportuno tomar en cuenta que las especies presentes en la lista roja IUCN son, salvo algunas contadas excepciones, aquellas reportadas en el 2000, por lo que, donde posible, se ha preferido emplear el dato más actual, o sea del 2011. Entre paréntesis se señala el año de la evaluación.

A las especies que no están en la lista IUCN se ha puesto la notación “n.a.”, o sea no amenazada. Existen 10 taxones (7 especies y 3 subespecies) que, siendo de distribución restringida, no constan en ninguna categoría de amenaza. Se les ha puesto en evidencia con la anotación “No evaluada (NE)”.

La totalidad de las orquídeas se encuentran en el Apendice II de los CITES, independientemente de su GA, como señalado en el texto.

Se reportan las colecciones efectuadas en el Cajas, solamente si el tipo nomenclatural de la especie corresponde a un ejemplar recolectado en PNC. Son 21 los especímenes tipo colectados en el PNC.

Se reportan sinónimos solamente en caso de que éste sea el nombre de la especie empleado en el Catálogo de plantas vasculares del Ecuador (Jørgensen, 1999) o en caso de que el sinónimo sea más conocido que el nombre aceptado, a nivel local.

2.2 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.2.1 Grupos taxonómicos

2.2.1.1 Resultados

El Catálogo de plantas vasculares del páramo del Cajas, Ecuador, documenta 611 diferentes taxones de plantas vasculares (606 especies y 5 subespecies), registradas en los páramos del PNC y sus inmediatos alrededores. Las Angiospermas son el grupo más representado, con 531 especies (y 5 subespecies), los helechos y afines (*Polypodiopsida*) presentan 52 especies y los licopodios y afines (*Lycopodiopsida*) 21, mientras solo dos especies pertenecen al grupo de las Gimnospermas.

Los taxones documentados pertenecen a 37 órdenes, 83 familias y 236 géneros diferentes.

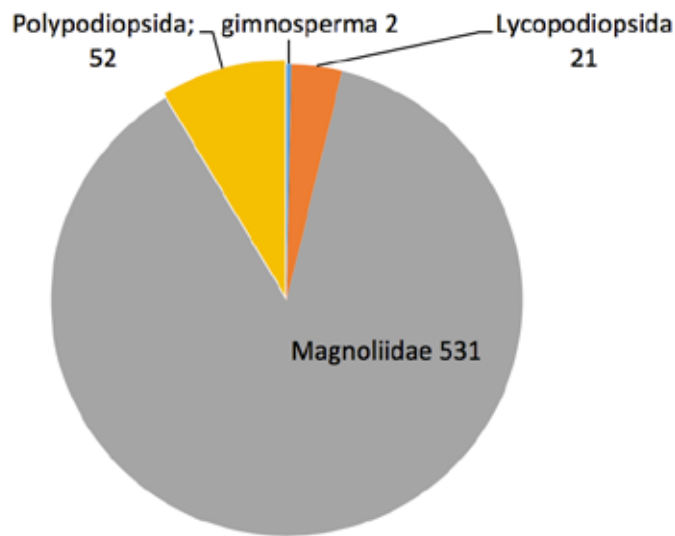


Figura N. 14: Número de especies por grupo taxonómico

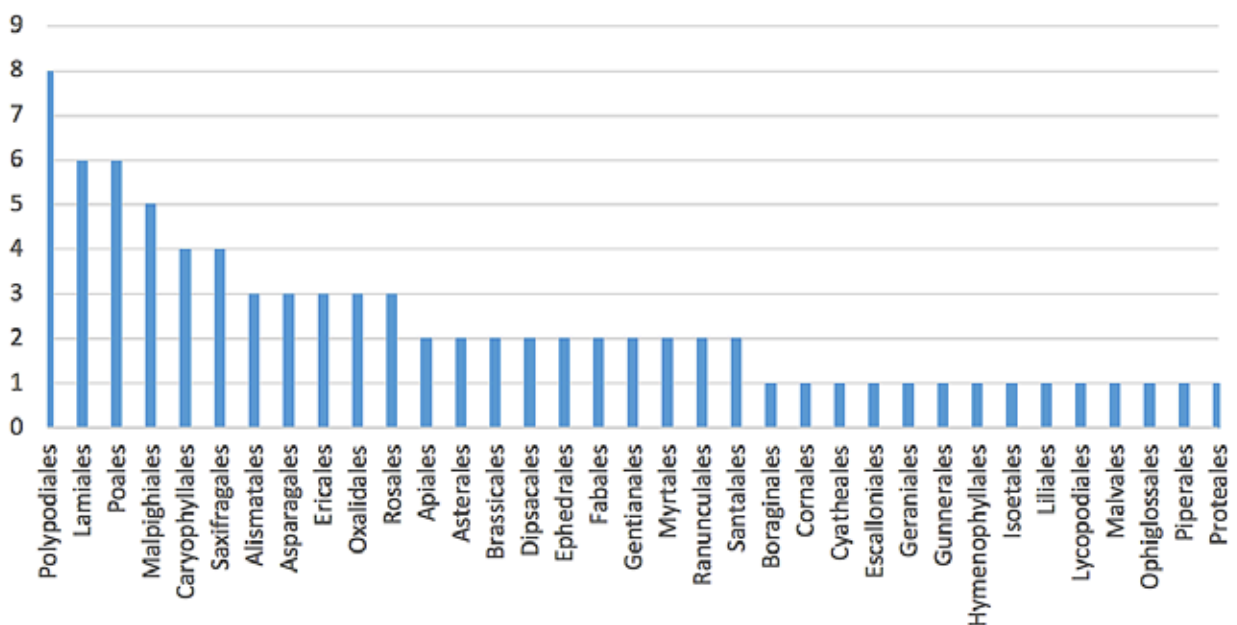


Figura N. 15: Número de familias por orden

La familia con el mayor número de géneros y especies es Asteraceae, que cuenta con 36 diferentes géneros y 97 especies. Siguen la familia Poaceae (24 y 63, respectivamente), Rosaceae (8 géneros, 30 especies), Cyperaceae (9 y 27), Brassicaceae (8 y 19), y Orchidaceae (9 géneros, 15 especies).

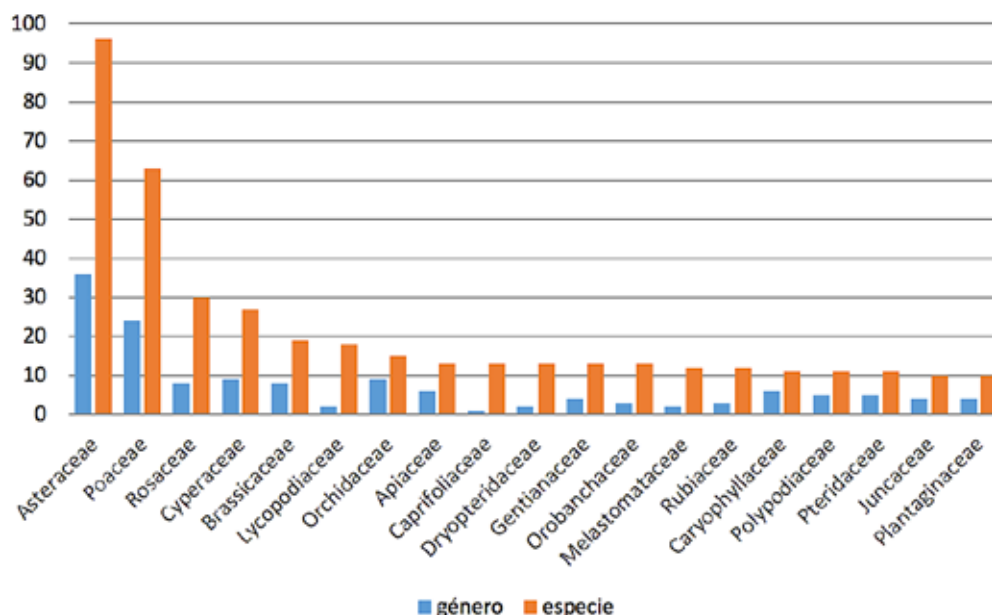


Figura N. 16: Número de géneros y especies en las principales familias

En cuanto a los géneros con mayor número de especies, *Lachemilla* tiene 17 especies, *Calamagrostis* y *Phlegmariurus* 14, *Valeriana* 13, *Baccharis* 12, *Elaphoglossum* 11, *Carex* 10. Otros géneros bien representados son: *Agrostis*, *Draba* e *Hypericum* con 9 especies cada uno, *Asplenium*, *Diplostephium* y *Geranium* con 8 especies, *Arcytophyllum*, *Bartsia*, *Gentianella*, *Gynoxys*, *Jamesonia* y *Miconia* con 7.

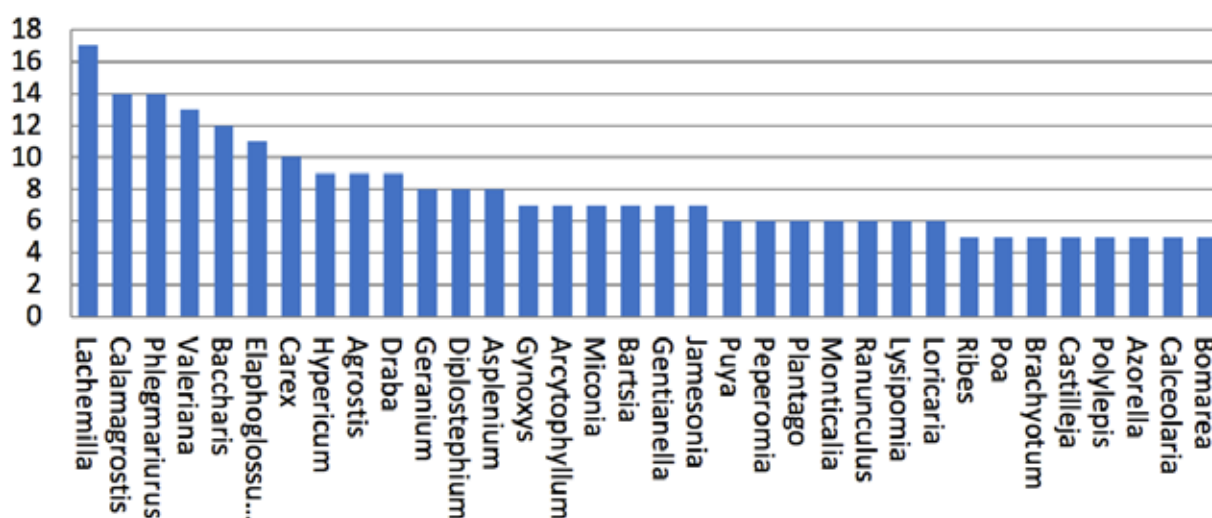


Figura N. 17: Géneros con mayor número de especies

2.2.1.2 *Discusión*

La Flora genérica de los páramos (Sklenář & al. 2005) reporta 127 familias, 540 géneros y 3595 especies, desde Costa Rica y Venezuela hasta Perú; para el Ecuador 404 géneros y 1524 especies, mientras que Rangel reporta para Ecuador 92 familias, 388 géneros y 1678 especies (Rangel-Ch. 2015). Por otro lado, la recopilación de los datos florísticos de 3000 parcelas ubicadas en los páramos de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú (Peyre & al. 2015) registra 123 familias de plantas vasculares, 504 géneros y 2220 especies, sólo la mitad del número de especies estimadas por Rangel (Rangel-Ch. 2000; Rangel-Ch. 2015). Los datos del Cajas, con una superficie examinada de 29000 ha aproximadamente, o sea apenas 1,6% del área de páramo de Ecuador, revelan una extraordinaria diversidad, porque se registra el 40% de las especies y el 60% de los géneros reportados por Sklenář & al. (*op. cit.*) para el país. Posiblemente esta gran riqueza en taxones refleja el esfuerzo de muestreo realizado en esta área, sin embargo, existen zonas del PNC aún inexploradas desde el punto de vista botánico, como las pendientes más pronunciadas y las quebradas, las áreas alejadas de las dos carreteras, la vertiente occidental en su conjunto. [Herbario Azuay (HA) 2017] Por esto, y por la menor riqueza en especies registrada en los páramos cercanos (HA 2017; Tropicos 2017), suponemos que esta alta biodiversidad se debe a la variación local de algunos factores ambientales:

En primer lugar, el clima, que presenta una marcada estacionalidad húmedo-seco en la vertiente occidental del PNC por influencia de las corrientes oceánicas del Niño y de Humboldt. Los páramos con exposición a occidente son más secos que aquellos hacia la vertiente oriental del Cajas, ya que las nubes de condensación de las corrientes oceánicas raras veces suben por encima de los 3600 m. La vertiente oriental, en cambio, aporta a la cuenca amazónica y recibe de ella un clima con menores variaciones estacionales y más humedad, sobre todo en la parte septentrional del PNC, que presenta mayores precipitaciones. Pese a que el Cajas se ubica a menos de 70 km del océano Pacífico, experimenta variaciones climáticas (precipitación, humedad, temperatura y vientos) que derivan de la influencia de las grandes corrientes oceánicas y al mismo tiempo, de corrientes locales, desde la cuenca amazónica, que lo vuelven más húmedo que los páramos occidentales del centro del país y también de aquellos ubicados hacia el sur en la cordillera occidental (incluso de los páramos de Tinajillas y Silván, ubicados aproximadamente a 40 km del PNC), por lo tanto florísticamente diferentes (Sklenář & Balslev 2005). Por otro lado, la zona estudiada se ubica en la cordillera occidental, que es más seca que los páramos de la cordillera oriental, notoriamente muy húmedos por su ubicación en la cuenca amazónica. (Buytaert & al. 2006c). El Cajas entonces tiene una condición de humedad intermedia, entre los páramos de las dos cordilleras. Esto lleva a especiales características florísticas, por ejemplo, la presencia en el pajonal de *Neurolepis*, un bambú, que habita casi exclusivamente en los páramos de la cordillera oriental; además evidencia una extraordinaria riqueza en orquídeas y helechos, debido a que estas especies compensan la menor humedad de este macizo, ubicándose a mayor altitud.

En segundo lugar, el suelo, en lo que se refiere sobre todo a su geomorfología, especialmente la pendiente, saturación de agua, profundidad y textura. En espacios de pocas decenas de metros cuadrados pueden existir variaciones importantes en el contenido hídrico del suelo, pasando de suelos semi-secos a suelos permanentemente saturados. Los afloramientos rocosos son frecuentes en algunas zonas, y están asociados a flora específica, al igual que los suelos que tienen cursos de agua cercanos. (Coblentz & Keating 2008)

Otro importante factor que influye sobre la diversidad de ambientes que hospedan a las plantas son las actividades humanas: el páramo del Cajas, aunque protegido, sufre esporádicas quemadas (la última en 2017, en el páramo que se encuentra entre los valles de Mazán y Llaviucu) y en su superficie pastan aproximadamente 400 animales, mayormente bovinos, pero también equinos, ovinos y camélidos, todos alóctonos. (Sánchez, com.pers.). Estas afectaciones tienen efectos no completamente evaluados sobre la composición florística (Ramsay & Oxley 1997), mientras

que la biomasa disminuye y el suelo pierde materia orgánica (Hofstede & Rossenaar 1995). La presencia en esta área de lugares tanto prístinos como alterados, origina una alta variabilidad de ambientes y, en consecuencia, alta diversidad florística.

Es interesante observar que la tercera y cuarta familia en orden de importancia, después de Asteraceae y Poaceae, son Cyperaceae y Rosaceae, debido probablemente al mosaico de lagunas, humedales y tapices presentes en el área, hábitats preferidos por algunas especies de estas familias, como los géneros *Lachemilla* (17 especies) y *Carex* (10 especies). Los estudios mencionados anteriormente coinciden que Asteraceae es la familia de largo con mayor número de especies en los páramos, seguida por Poaceae, Orchidaceae, Melastomataceae y Rosaceae (Peyre & al. 2016) o Scrophulariaceae (Luteyn 1999) (Sklenář & al. 2005) (Rangel-Ch. 2015), siendo entonces el páramo del Cajas muy peculiar a nivel florístico. Los páramos de Colombia también presentan anomalías comparando con las áreas paramunas en su conjunto: Orchidaceae contabiliza más especies y muchos más géneros que Poaceae (57 y 580 versus 40 géneros y 148 especies) (Rangel-Ch. 2015), en contraste con lo observado en el Cajas, donde apenas se han colectado 10 géneros y 15 especies de orquídeas.

La diversidad intragenérica es también peculiar y se diferencia de los estudios mencionados, evidenciando que, además de las numerosas especies de *Lachemilla* y *Carex*, el PNC alberga un elevado número de gramíneas amacolladas (14 especies de *Calamagrostis* y 9 de *Agrostis*), de licopodios (14 especies de *Phlegmariurus*), además *Valeriana* (13 especies), *Baccharis* (12 especies) y *Elaphoglossum* (11 especies).

2.2.2 Biotipos

2.2.2.1 Resultados

Se registraron 32 diferentes formas de vida, que comprenden 578 especies (y subespecies) terrestres y 33 especies acuáticas. Estos biotipos corresponden a 10 categorías principales: Terófitos (T: 13 especies), Geófitos (G: 91 especies) Hemicriptófitos (H: 189 taxones), Caméfitos (Ch: 140 taxones), Fanerófitos (P: 115 especies), Lianas (L: 9 especies), Epífitos (E: 21 especies), Hidrófitos (Hyd: 17 especies) y Helófitos (Hel: 16 especies).

Dominan las plantas hemicriptófitas, hierbas perennes que tienen sus yemas de renuevo a ras del suelo, seguido por las caméfitas, plantas leñosas o herbáceas, con yemas hasta los 50 cm del suelo, las fanerófitas, que en este ambiente nunca sobrepasan los 8-10 m, y las plantas geófitas, que tienen sus órganos perdurantes subterráneos. Estas cuatro categorías suman el 88% de las especies del PNC.

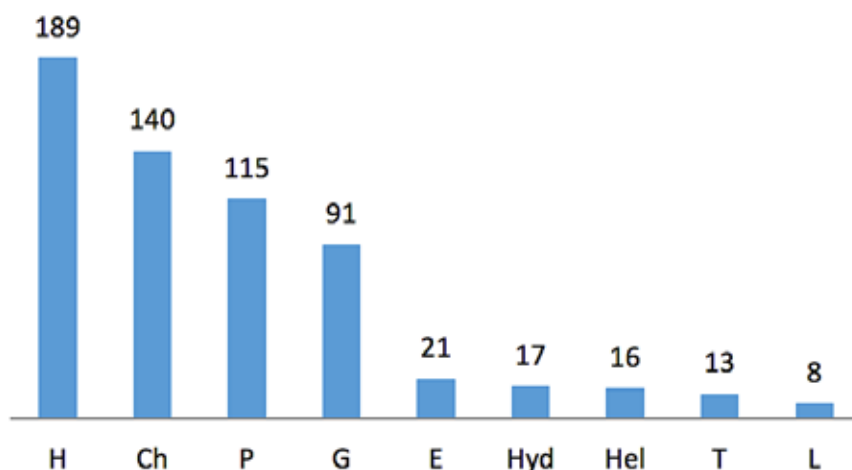


Figura N. 18: Número de especies por biotipo principal, de acuerdo a Rivas-Martínez (2004)

Los biotipos específicos más representados son los geófitos rizomatosos y hemicriptófitos escapiformes, seguidos por nanofanerófitos, microfanerófitos y caméfitos gramínoideos. Más de la mitad de los taxones (52%), presenta estas formas de crecimiento. Otras formas de vida presentes en numerosas especies son: Hemicriptófitos reptantes, rosulados, cespitosos y escandentes, Caméfitos sufruticosos, pulviniformes y fruticosos, Radicoepífitos. Los biotipos con 15 especies o más representan el 87% de las especies, mientras que los 19 biotipos que cuentan de 1 a 10 taxones contienen apenas el 13% de especies.

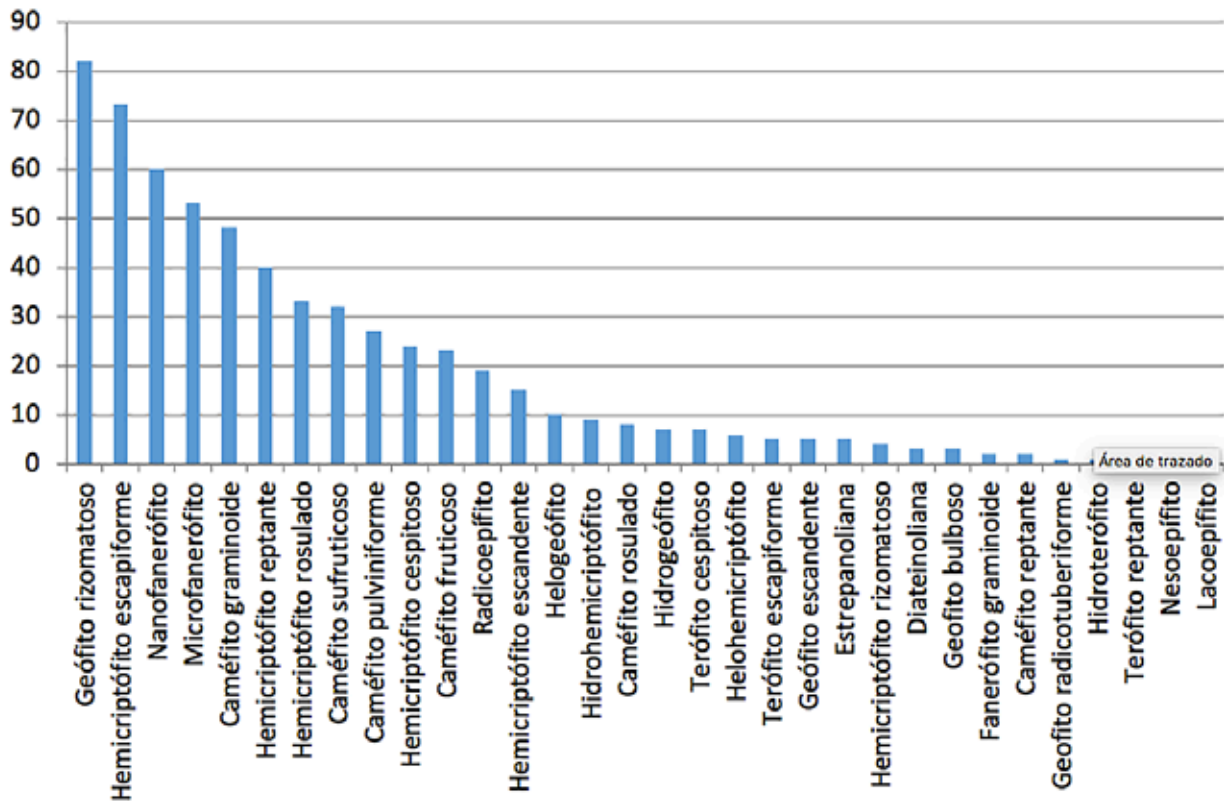


Figura N. 19: Número de especies por biotipo específico, de acuerdo a Rivas-Martínez (2004)

2.2.2.2 Discusión

Es la primera vez que se clasifican los biotipos del páramo con el sistema de Rivas-Martínez (2004), que es un sistema universal, válido para todos los ecosistemas. En el páramo del PNC se registran el 54% de los biotipos presentes en este sistema de clasificación, que es un número elevado, probablemente por la variabilidad de ecosistemas presentes, que permiten el crecimiento de especies con diferente hábito de vida, siendo los más comunes aquellos biotipos que mantienen sus yemas protegidas de heladas y vientos intensos, pero también del pastoreo y las quemadas. A diferencia de otros sistemas (Raunkiaer 1934) (Hedberg & Hedberg 1979), Rivas-Martínez incluye en el biotipo Caméfito, plantas tanto arbustivas como herbáceas, cuyas yemas de renuevo están por encima del suelo, hasta 50 cm. Por esta razón, buena parte de las gramíneas amacolladas, así como algunas ciperáceas y juncos, se definen como “Caméfitos gramínoideos”. Más de la mitad de estas especies tienen como hábitat principal el pajonal, que evidentemente presenta dominancia del mencionado biotipo, además de hemicriptófitos escapiformes y geófitos rizomatosos.

Como es de esperar en un ambiente con clima estable durante todo el año, sin pronunciadas variaciones de temperatura y precipitación, las plantas anuales (terófitos) son escasas, apenas 13 especies, de las cuales cinco son alóctonas.

Los fanerófitos presentes no superan la altura de 8-10 m, debido a las condiciones del ambiente paramuno, que son desfavorables para la vida de los árboles (suelo superficial, viento intenso, alta

evapotranspiración). Estos arbustos viven a lo largo de todo el páramo, no solamente en los rodales dominados por *Polylepis*, sino también dispersos en el pajonal, donde se encuentra una alta diversidad de especies, con baja frecuencia, como analizado anteriormente por Ramsay y Oxley (1997).

Independientemente de su forma de vida (fanerófito, caméfito o hemicriptófito), 17 de las especies registradas son hemiparásitas, asociadas a arbustos y arbolitos (las especies fanerófitas y caméfitas), y a hierbas (las especies hemicriptófitas, como *Bartsia*). Se han descrito relaciones de transferencia horizontal de genes entre *Bartsia pedicularoides* y *Plantago rigida* y en otras especies también, lo que permite suponer que las especies parásitas y hospederas tengan procesos de coevolución, que ha favorecido su adaptación a estos ambientes extremos (Mower & al. 2004 y 2012).

Las especies epífitas (21) y lianas (9) viven exclusivamente en matorrales y rodales de *Polylepis*, por esto resulta difícil comparar su presencia con anteriores estudios, que analizaron exclusivamente las formas de vida de las plantas del páramo herbáceo, excluyendo las formaciones vegetales del matorral y bosque de *Polylepis* (Ramsay 1992) (Ramsay & Oxley 1999), tampoco estas formas de vida se encuentran especificadas en el trabajo realizado en Venezuela por Arzac & al. 2011.

Las especies acuáticas (Hidrófitas) o semi-acuáticas (Helófitas) son 33, de las cuales 23 viven en lagunas y ríos, mientras que 10 son propias de humedales. Sin embargo, las especies que viven en ambientes muy húmedos o semi-inundados pertenecen a numerosos biotipos, además de los mencionados: se registran caméfitos pulviniformes y graminoides, algunos sufruticosos, hemicriptófitos y geófitos rizomatosos.

2.2.3 Rango altitudinal

2.2.3.1 Resultados

Analizando los datos de altura que están presentes en los pliegos de herbario de cada especie se evidencia que sólo 49 especies se encuentran a todas las altitudes, desde 3300 hasta 4400 m.

Subdividiendo el rango altitudinal del PNC en tramos de 250 m de desnivel, se evidencia que las especies exclusivas de cada rango son solo 86: 56 entre 3300 y 3550 m, 19 de 3600 a 3850 m, 6 entre 3900 y 4150 m y 5 desde 4200 a 4450 m. La gran mayoría de taxones ocupa más de una franja altitudinal: 260 especies se encuentran distribuidas en dos rangos y 215 en tres.

Apenas un centenar de especies se encuentran fuera del rango altitudinal 3600-3850 m, habiéndose colectado aquí 511 taxones. Las especies son abundantes también en el rango 3900-4150 y 3300-3550 (409 y 376 especies colectadas, respectivamente). Inferior número de colecciones se registran sobre 4200 m, con 151 especies, de las cuales 39 taxones son exclusivos de la franja

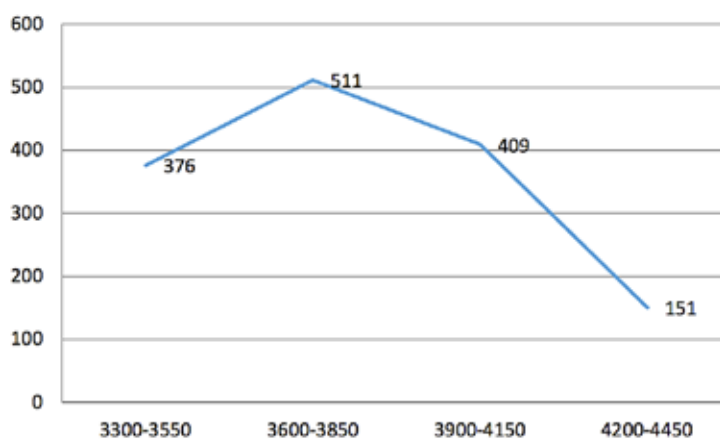


Figura N. 20: Número de taxones registrados en cada rango altitudinal.

altitudinal 3900-4450 m.

Evidentemente, estos datos no corresponden a parcelas de muestreo, ni a un diseño experimental, sin embargo, dan una idea de la abundancia de especies y de su distribución en el gradiente altitudinal.

Analizando los biotipos o formas biológicas (FB) de las especies, por tramo altitudinal, encontramos lo siguiente:

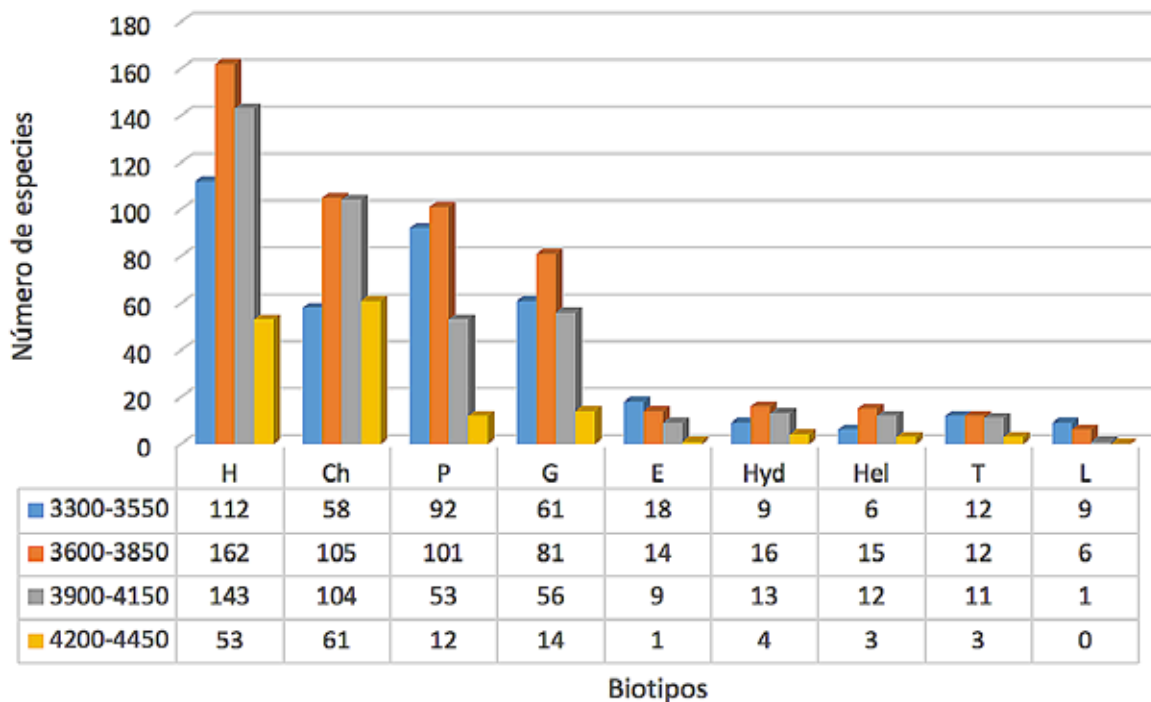


Figura N. 21: Número de especies de cada biotipo, por rango altitudinal.

Los biotipos hemicriptofitos y caméfitos tiene un comportamiento similar al general, en el sentido que presentan la mayor abundancia de especies en el tramo 3600-3850, seguido por el tramo 3900-4150. En cambio, los fanerófitos prevalecen en los dos tramos más bajos, hasta los 3850 m, y bajan rápidamente su abundancia a elevaciones mayores. Las plantas acuáticas, hidrófitos y helófitos son más abundantes en las zonas de lagunas, entre 3600 y 4150 m, mientras que la abundancia de lianas, epífitas y terófitos decae con el aumento de la elevación.

2.2.3.2 Discusión

Se evidencia que los especímenes de herbario no fueron colectados siguiendo una lógica de muestreo válido estadísticamente, y en parte no responden ni a un muestreo al azar, ni a un muestreo sistemático. La mayor parte de los registros provienen de lugares cercanos a las vías de acceso, sobre todo la carretera Cuenca-Molleturo y la carretera Cuenca-Chaucha. También los senderos que recorren los valles principales y algunas cumbres son bien representados, en cambio existen escasas colecciones provenientes de lugares remotos, como por ejemplo las zonas de Lagartococha y toda la parte alta del valle de Mazán (1); la zona entre las lagunas de Osohuayco y Taitachugo (2);

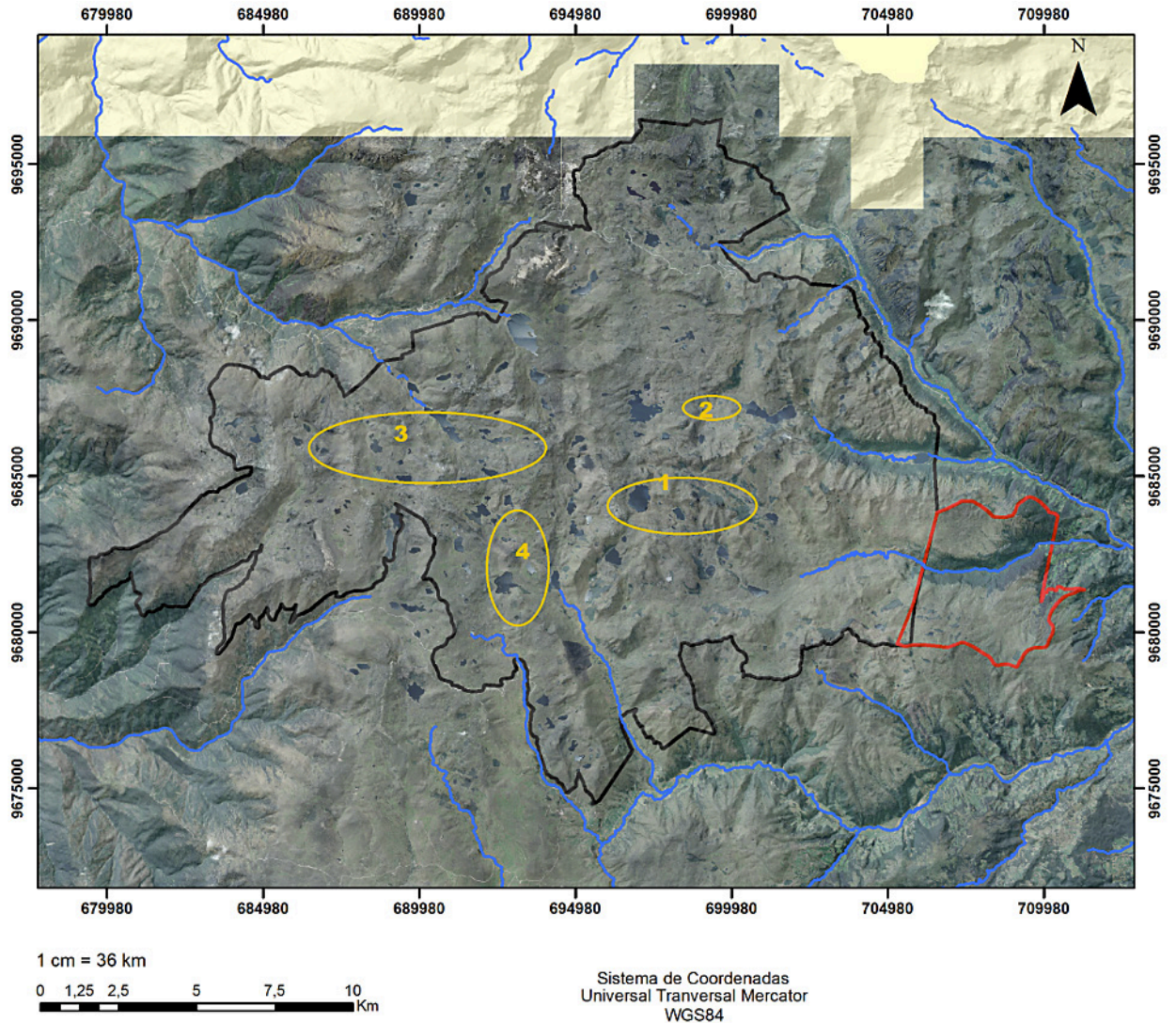


Figura N. 22: Zonas con menor número de muestras botánicas (círculos amarillos numerados) en el PNC (contorno negro) y Bosque de Mazán (contorno rojo).

la parte occidental del PNC, en específico las partes más altas, alejadas de las dos carreteras (3 y 4).

Pese a este evidente sesgo, los datos del PNC son muy similares al estudio de Sklenář y Jørgensen (1999), que reportan la mayor abundancia de especies en el páramo entre los 3500 y 4100 m de altitud. Nuestros datos confirman que la presencia de formas biológicas con las yemas de renuevo hasta los 20 cm y debajo del suelo, son las que mejor se adaptan sobre los 3600 m. Sobre los 3850 m los fanerófitos disminuyen su presencia y están presentes casi exclusivamente a los rodales de *Polylepis*, al igual que las especies asociadas a ellos, como son las lianas y epífitas. Los terófitos tienen la misma distribución altitudinal decreciente, y esto podría estar ligado a los repentinos cambios meteorológicos observados en las zonas más altas, que no garantizan la germinación regular de semilla. La mayor parte de los numerosos cuerpos de agua presentes en el PNC se ubican entre los 3700 y 3900 m s.n.m. y por ello, las plantas acuáticas o semiacuáticas tienen su mayor presencia entre los 3600 y 4150 m de altitud, y presentan un rápido descenso sobre esa elevación.

No existen estudios anteriores que analicen la distribución de biotipos en el gradiente altitudinal.

2.2.4 Hábitat

2.2.4.1 Resultados

El hábitat más extenso en cuanto a superficie y con mayor número de especies registradas es el pajonal. Casi el 40% de la flora del páramo se encuentra de preferencia (y en algunos casos de manera exclusiva) en este ambiente. Considerando que la superficie ocupada por los bosques de *Polylepis* es reducida, este hábitat es sin duda el que presenta mayor biodiversidad vegetal, ya que casi 100 especies viven de preferencia en este ecosistema; de éstas, 17 son típicas de los bosques occidentales de *P. lanuginosa* y el resto ocupa los rodales de las diferentes especies de *Polylepis*. El tercer hábitat por número de especies, y segundo por superficie ocupada, son los humedales y los tapices dominados por *Plantago rigida* (llamados también “páramo de almohadillas o cojines”). En este ambiente se encuentran 88 especies, de porte bajo, adaptadas a suelos saturados o inundados, los cuales están presentes como pequeños parches en toda el área paramuna.

Se reportan 31 taxones específicos que viven sobre y entre rocas, 26 taxones que prefieren los matorrales dominados por *Loricaria ilinissae*, en una superficie global de aproximadamente 28 km² (Sklenář & Balslev 2005).

Las especies que habitan de manera preferente en los matorrales son 33, incluyendo tanto aquellos dominados por *Gynoxis* y *Chuquiraga*, como por *Arcytophyllum vernicosum*. Este último hábitat tiene una limitada extensión y se ubica a alturas comprendidas entre 3800 y 4000 m; presenta una alta diversidad florística, ya que puede llegar a tener hasta 45 especies (las específicas y otras que se encuentran también en otros ambientes) (Minga & al. 2016).

Las lagunas, charcos y riachuelos hospedan alrededor de 23 especies acuáticas, más otras que son semi-acuáticas y se distribuyen también en humedales. Se registran 19 especies exclusivamente cerca de carreteras y caminos, por ser plantas en gran mayoría alóctonas, adaptadas a los ambientes con intervención humana.

Aproximadamente 65 especies se reportan como típicas del “ecotono”, franja de vegetación que incluye el límite entre el bosque y el pajonal. Son especies que comparten tanto el hábitat del bosque alto-andino, como el páramo, por lo que se ha decidido asignarlas en este ambiente que no es ni uniforme, ni perfectamente definido, pero que permite ubicar de manera espacial a los taxones que habitan tanto en el borde del bosque como entre la paja.

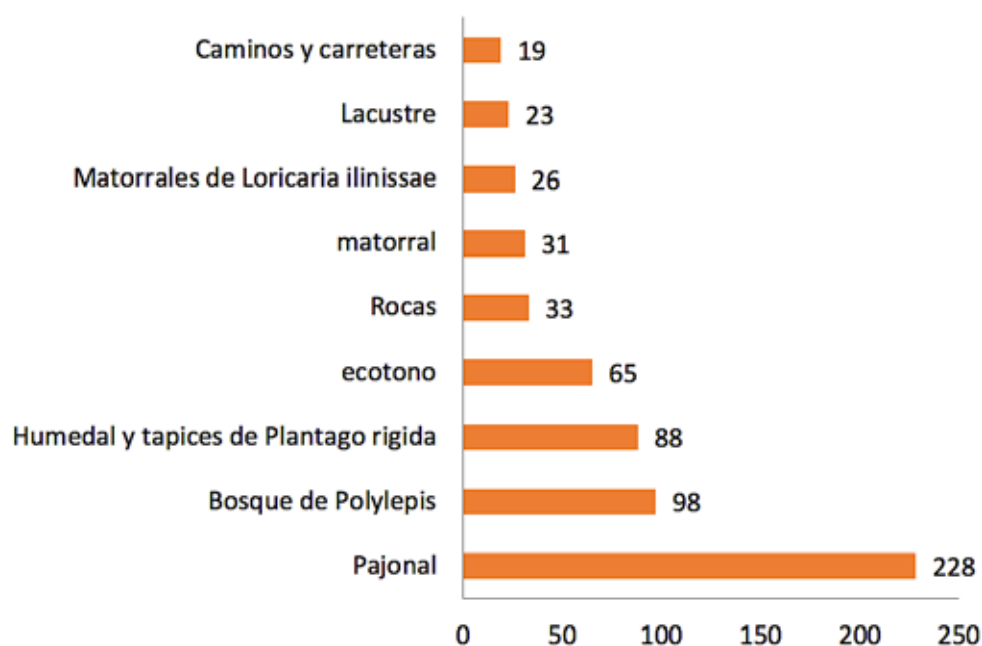


Figura N. 23: Número de taxones por hábitat de preferencia.

2.2.4.2 *Discusión*

La mayor presencia de especies colectadas en el pajonal refleja sin duda su extensión y accesibilidad. El número de taxones que viven de preferencia en el pajonal es alto pese a la uniformidad aparente de este ecosistema. Izco & al. (2007) reportan para los páramos de pajonal del sur del Ecuador 216 especies, mientras en el Cajas las especies que tienen el pajonal como su hábitat principal son 228, a éstas se deben sumar aquellas que viven en el pajonal, aunque no sea su hábitat preferente.

Los restantes hábitats son más o igualmente diversos, y la presencia de un número inferior de taxones refleja exclusivamente su escasa extensión.

De las 97 especies que tienen como hábitat principal los bosques de *Polylepis*, 17 son específicas del ambiente dominado por *P. lanuginosa*, una franja presente sólo en algunas subcuencas de la vertiente occidental del PNC, ubicada entre los 3300 y 3600 m, o sea entre el bosque de neblina montano y el páramo. Por su lejanía de las vías de comunicación y su difícil acceso, este ecosistema ha sido escasamente explorado, y los estudios florísticos son incompletos y aún no publicados (Minga, com.pers.). La especie dominante es endémica de Ecuador, se conocen apenas ocho poblaciones, de las cuales una está dentro del PNC (Romoleroux & Pitman 2004). Las restantes especies de *Polylepis* forman pequeños bosquetes, que se localizan generalmente en sitios protegidos y cerca de las lagunas, en lugares rocosos, encañonados y en las orillas de quebradas y riachuelos. El estrato arbóreo es bajo, entre 8 y 10 m de altura, con árboles retorcidos y muy ramificados, cuyos troncos y ramas están cubiertos de musgos. (Minga & al. 2016). Son 80 las especies que viven de preferencia en los rodales de *Polylepis*: *P. reticulata*, la más común en el parque, distribuida sobre todo en las subcuencas de los ríos Tomebamba y Taitachugo, desde 3300 hasta 3800 m. *P. incana*, que se encuentra en la parte norte del PNC, cerca de los cursos de agua; y *P. weberbaueri*, presente sólo en la parte sur-este del PNC. La abundancia de taxones registrados por unidad de superficie es más elevada que en cualquier otro hábitat y es superior a lo reportado en los quinales de Perú (Mendoza & Roque 2007), aunque menor al número de especies de los bosques de *Polylepis* de Oyacachi, Ecuador, donde se registraron 120 especies de angiospermas y 26 pteridofitas (Romoleroux & al. 2016).

Los humedales y los tapices de *Plantago rigida* tiene más del 14% de las especies, pero su extensión estimada es apenas el 10% de la superficie del PNC (Mora & Cisneros 2009). Las especies dominantes en este hábitat son variables, principalmente de acuerdo al grado de saturación del suelo, sin embargo, entre ellas crecen muchas otras (Minga & al. 2016).

Las especies del súper-páramo, que viven en los hábitats “rocas” y “matorrales de *Loricaria*” son 57, y 15 son endémicas, una exclusiva del PNC y dos de Azuay, lo que demuestra una alta especificidad ambiente-planta y su adaptación a vientos intensos, bajas temperaturas, suelos ausentes o de escasa profundidad, frecuentes neblinas y lloviznas o días extremadamente secos. (Smith & Young 1987).

Por otro lado, las plantas arbustivas y herbáceas que prefieren los matorrales son abundantes: la formación vegetal peculiar del PNC es el matorral que crece sobre suelos superficiales y es dominado por *Arcytophyllum vernicosum*, por lo que no se reportan otros estudios que mencionan este hábitat y su composición florística. Pese a ser un ecosistema con cobertura parcial y rocas expuestas, al igual que el superpáramo, presenta una gran diversidad de taxones por unidad de superficie.

2.2.5 Distribución

2.2.5.1 Resultados

El 96% de los taxones son autóctonos, 90 (15%) son endémicos de Ecuador, 3 (0,5%) de Azuay y 9 (el 1,5%) endémicos del PNC. Las especies alóctonas son 24 (4%), algunas de ellas cultivadas, otras introducidas accidentalmente.

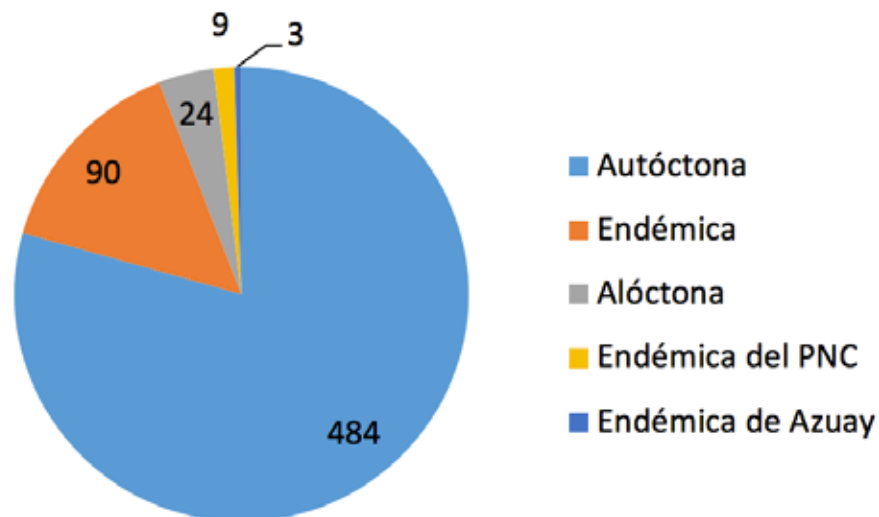


Figura N. 24: Número de taxones de acuerdo con su origen.

Debido a que los datos no están desglosados por unidades corológicas, se decidió ajustar esas unidades a territorios administrativos (países), considerando que la flora del PNC, según Rivas-Martínez, corresponde a unidades andinas y en específico a la provincia Guayaquileña-Ecuadoriana de la Región Novogranatense (Rivas-Martínez & al. 2011). Las especies presentes de manera exclusiva en la región paramuna, o Andes septentrionales (Colombia, Ecuador, norte de Perú y Venezuela) son alrededor de 135, a éstas se suman los 102 taxones endémicos registrados. Aproximadamente 180 especies tienen distribución en los Andes centrales y meridionales (Ecuador, Perú, Bolivia, Chile, Argentina), 45 especies están presentes desde Venezuela hasta Bolivia y aquellas registradas en Mesoamérica hasta el norte de Sudamérica son cerca de 85, en cambio, las que habitan en todo el continente son 15. Casi 50 especies, entre autóctonas y alóctonas, son cosmopolitas.

Tomando en cuenta sólo las especies con distribución restringida a la región andina, contamos 140 especies en los Andes septentrionales (Colombia y Venezuela) hasta Ecuador, y 120 de los Andes meridionales (Perú, Bolivia, Chile, Argentina), hasta Ecuador.

Siguiendo la aproximación corológica genérica de Cleef (1979), Van der Hammen & Cleef (1983), Jørgensen & Ulloa-Ulloa (1994), Luteyn (1999), Sklenář & Balslev (2007) y Sklenář & al. (2010), se registran dos géneros endémicos del páramo (*Neurolepis* y *Chrysactinium*), y la proporción de géneros neotropicales es la más elevada (79 géneros). Analizando en conjunto los datos, el número de géneros de origen tropical y temperado difieren poco (41% y 43 % respectivamente), y los géneros de zonas templadas de origen boreal son ligeramente superiores a los de origen austral. Los géneros cosmopolitas representan el 17% del total.

2.2.5.2 *Discusión*

La presencia de al menos 24 especies alóctonas en el PNC refleja la intervención humana en la zona. Por un lado, la carretera, al igual que la presencia de turistas siempre mayor, ha facilitado la dispersión de semilla exógena. Por otro lado, la introducción deliberada de especies forrajeras alóctonas en lugares cercanos al parque y dentro de él, ha facilitado su ingreso. Ha ocurrido lo mismo con especies forestales introducidas, como *Polylepis racemosa*, que actualmente representa una amenaza para las especies autóctonas del mismo género *Polylepis* (Minga & al. 2016).

El nivel de endemismo (17%) es inferior al dato nacional (Jørgensen & León-Yáñez 1999) pero similar a lo afirmado por Sklenář & Jørgensen (1999), que reportan 16-18% de endemismo para los páramos de Ecuador; y a otros datos referentes al ecosistema páramo, (Kessler 2002; Cuello & al. 2010). Se sabe que el páramo del Cajas durante la última glaciación estaba conectado con otros, tanto al norte como al sur (Hofstede & al. 2014), por esta razón muchas especies son compartidas con los páramos centrales de Ecuador y otras con la provincia de Loja y en la sierra septentrional de Perú. Las expediciones realizadas por Minga y otros en 2015 y 2016 en la vertiente occidental del PNC, han confirmado la presencia de muchas especies anteriormente registradas sólo en otras provincias o en Perú (Herbario Azuay 2017).

Pese a las históricas conexiones con otras áreas paramunas, se registraron 9 especies endémicas del PNC, probablemente por los ambientes exclusivos y variados que se encuentran en el páramo del Cajas: solo dos especies viven de preferencia en el pajonal, cuatro en humedales (ecosistema tan característico del PNC), y tres en los matorrales y rocas del superpáramo. Se estima probable que el número de especies (endémicas y no) podría incrementarse realizando colectas en las zonas menos exploradas que se mencionan en el punto 2.2.3.2. En efecto, recientemente Minga y otros colectaron una nueva posible especie de *Gentianella*, en las montañas entre las subcuencas de Mazán y Llaviucu (Minga, com. pers. 2016).

2.2.6 Grado de amenaza

2.2.6.1 *Resultados*

En cuanto a las categorías de amenaza UICN, en el PNC hay 5 especies en peligro crítico de extinción, 3 Bromeliaceae del género *Puya*: *P. compacta*, con distribución restringida a las provincias de Azuay y Loja, *P. maculata* y *P. pygmaea*, especies endémicas de Ecuador, raras en PNC. Además, *Nasa profundilobata* (Loasaceae) y *Lysipomia rizhomata* (Campanulaceae): la primera distribuida en las provincias de Azuay y Cañar y la segunda endémica de Azuay.

Las especies en peligro son 14, de las cuales 4 son endémicas del PNC (*Loricaria azuayensis*, *Lysipomia vitreola*, *Carex azuayae*, *Halenia serpyllifolia*) y *Oritrophium tergoalbum*, que está distribuido exclusivamente en Azuay, donde se conocen apenas dos poblaciones, una de ellas en Osohuayco, Cajas.

Las especies con preocupación menor (LC) son 23 y de éstas, *Gentianella hirculus* y *G. longibarbata* son endémicas del PNC; 22 especies son casi amenazadas (NT), de las cuales 11 son endémicas de Ecuador; 46 especies están categorizadas como vulnerables (VU) y entre ellas, *Xenophyllum roseum* y *Draba steyermarkii* son endémicas del PNC. Diez taxones no han sido evaluados (NE), pese a que tienen distribución restringida: nueve de ellas son especies endémicas, *Loricaria cinerea* (Asteraceae) es endémica del PNC, además *Lithospermum azuayensis* (Boraginaceae) es endémica de Azuay y *Senecio josei* (Asteraceae) endémica de Azuay y Loja.

En el Cajas se registran 14 especies de orquídeas que no se encuentran en las categorías IUCN, pero constan en el apéndice II de la convención CITES sobre comercio de especies, por lo tanto, se les ha incluido en este análisis. El 78% de las especies no están en los listados IUCN, y estos 476 taxones se anotan con n.a. (no amenazada).

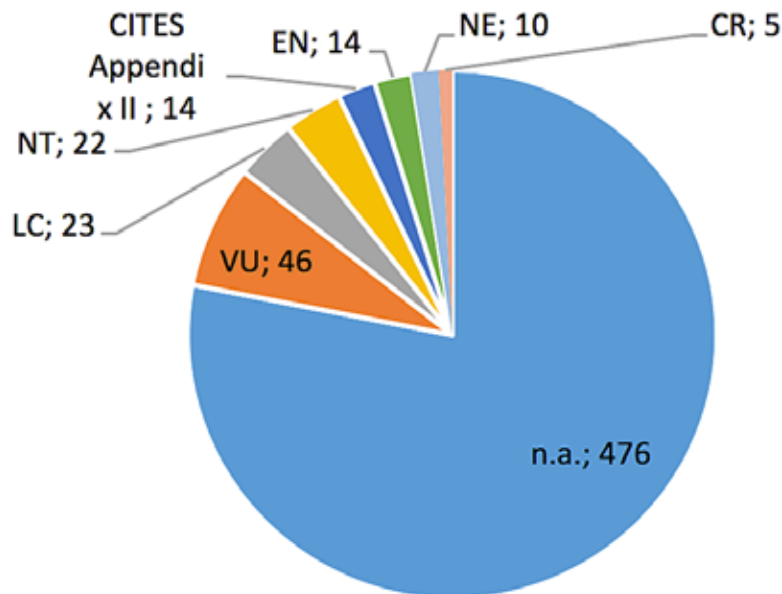


Figura N. 25: Número de taxones de acuerdo con su categoría de amenaza

2.2.6.2 *Discusión*

La categorización de las plantas endémicas de conformidad con los criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, fue actualizada en 2011 (León-Yáñez & al. 2011), sin embargo, la lista IUCN no se ha actualizado desde 2003 para la mayor parte de las especies ecuatorianas (IUCN 2017). La misma organización y el Ministerio del Ambiente de Ecuador en 2016 pidieron a los botánicos del país aportaciones para una nueva categorización de la flora endémica. Esta situación se ve reflejada en la falta de evaluación de 9 taxones endémicos, 3 de los cuales con distribución muy restringida, razón por la que es indispensable su pronta inclusión en las listas de especies amenazadas.

En base a observaciones personales se evidencia que 9 de las 12 especies endémicas del Cajas y de Azuay presentan poblaciones abundantes y saludables en el PNC, lo que permite pensar que su supervivencia está garantizada en esta área protegida. Por lo contrario, *Lysipomia rhizomata* es muy rara, al menos en las partes de PNC que han sido exploradas exhaustivamente, y se confirma que su supervivencia corre peligro. No se tienen aún datos, ni propios ni publicados, sobre el estado de las poblaciones de *Loricaria cinerea* y *Lithospermum azuayensis* en el PNC, por lo que su evaluación es prioritaria.

2.3 CONCLUSIONES

El páramo del Parque Nacional Cajas es un área con enorme diversidad de especies vegetales, que habitan un amplio mosaico de ecosistemas: superficies rocosas, matorrales de diferente índole y composición florística, bosquetes de *Polylepis*, humedales, lagunas y otros cuerpos de agua y el vasto pajonal, cuyas especies dominantes son *Calamagrostis intermedia* asociada a *Festuca subulifolia*. Esta diversidad es comprobada por las 606 especies y 5 subespecies documentadas en este catálogo, que, depurando sinonimias y falsos registros, eleva el número de especies del páramo del PNC en más de 100 unidades con respecto a los anteriores reportes. La presencia de 9 especies endémicas exclusivas y de otras especies endémicas en peligro de extinción, reafirman la importancia de esta área protegida, para fines de conservación.

Por primera vez se analiza la vegetación por biotipos, cuya prevalencia pone en evidencia la presencia de formas de vida adaptadas a condiciones inhóspitas, pero constantes a lo largo del año.







CAPÍTULO 3:

Catálogo de la flora vascular del Páramo del P.N. Cajas



CAPÍTULO 3: CATÁLOGO DE LA FLORA VASCULAR DEL PÁRAMO DEL P. N. CAJAS

Para cada especie se indican:

Forma biológica (FB), Rango altitudinal (RA), Hábitat (Ha), Distribución (Di) y Grado de amenaza (GA).

Familia: Adoxaceae

1 género, 1 especie

Viburnum 1 especie

Viburnum triphyllum Benth.

RA: 3100 - 3700 m. Ha: formaciones leñosas de paso del bosque altoandino al pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Alstroemeriaceae

1 género, 5 especies

Bomarea 5 especies (2 especies endémicas)

Bomarea chimborazensis Baker

FB: Geófito escandente. RA: 3150-4100 m. Ha: Páramo de pajonal y rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU D2 (2011).

Bomarea glaucescens (Kunth) Baker

FB: Geófito escandente. RA: 3100-4200 m (Tomebamba, Taitachugo y Migüirr). Ha: Páramo arbustivo, pajonal y bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Bomarea multiflora (L. f.) Mirb.

FB: Geófito escandente. RA: 3400-3800 m. Ha: Páramo arbustivo y bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Bomarea setacea (Ruiz & Pav.) Herb.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3500-4000 m. Ha: Pajonal, rara en PNC. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Bomarea uncifolia Herb.

FB: Geófito escandente. RA: 3500-3800 m. Ha: Bosque montano y bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador, registrada en los Andes centro-sur). GA: NT (2011)

Familia: Amaryllidaceae

1 género, 1 especie

Stenomesson 1 especie

Stenomesson aurantiacum (Kunth) Herb.

FB: Geófito bulboso. RA: 3100-3900 m (vertiente occidental). Ha: bosque de *Polylepis* planta rara en el Cajas. Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

Familia: Apiaceae

6 géneros, 13 especies

Arracacia 2 especies

Arracacia elata H. Wolff

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300- 3800 m. Ha: Bosque de *Polylepis*, pajonal, bosque montano. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela). GA: n.a.

Arracacia moschata (Kunth) DC.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300- 3800 m. Ha: Páramo arbustivo y bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia y Ecuador). GA: n.a.

Azorella 5 especies

Azorella aretioides DC.

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3700 – 4300 m. Ha: Páramo de almohadillas. Especie rara en el Cajas. Di: Autóctona (Colombia y Ecuador). GA: n.a.

Azorella biloba (Schltdl.) Wedd.

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3300 – 4400 m (vertiente oriental y cumbre). Ha: Sitios rocosos y pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Azorella corymbosa (Ruiz & Pav.) Pers.

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 4000- 4400 m. Ha: Rocas. Especie rara en Cajas Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Azorella multifida (Ruiz & Pav.) Pers.

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3200 - 4400 m. Ha: Páramo de pajonal y rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Azorella pedunculata (Spreng.) Mathias & Constance

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3100– 4400 m. Ha: Páramo de pajonal, humedales. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Eryngium 1 especie

Eryngium humile Cav.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3100- 4200 m. Ha: Páramo de pajonal, humedales de *Plantago rigida*. Muy común. Di: Autóctona (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Lilaeopsis 1 especie

Lilaeopsis schaffneriana (Schltdl.) J.M. Coult.&Rose

FB: Hidrogeófito. RA: 3100- 4200 m. Ha: Lagunas, charcos y riachuelos

Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, México, Estados Unidos). GA: n.a.

Niphogeton 3 especies

Niphogeton azurelloides Mathias & Constance

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3700-4100 m. Ha: Almohadillas de *Plantago rigida*.

Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

Tipo: Ecuador: Azuay: páramo, cerca de Toreadora, entre Molleturo y Quinoas, alt. 3810-3930 m, 15 Jun 1943, J.A. Steyermark 53226, HT: F-1250146, Ecuador

Niphogeton dissecta (Benth.) J.F. Macbr.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300 - 4000 m. Ha: Matorrales de *Loricaria ilinissae*. Suelos superficiales. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Niphogeton ternata (Willd. ex Schltr.) Mathias & Constance

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300 – 4100 m, vertiente oriental. Ha: Matorrales de *Loricaria ilinissae*. Suelos superficiales. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Oreomyrrhis 1 especie

Oreomyrrhis andicola (Kunth) Endl. ex Hookf.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3600 – 4200 m. Ha: Páramo de almohadillas y zonas húmedas.

Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador y Perú).

GA: n.a.

Familia: Araliaceae

1 género, 3 especies

Hydrocotyle 3 especies

Hydrocotyle bonplandii A. Rich.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3100-3700 m. Ha: bosque de *Polylepis*

Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: NE (2001).

Hydrocotyle humboldtii A. Rich.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3300-3800 m. Ha: bosque de *Polylepis*

Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Hydrocotyle leucocephala Cham. & Schltdl.

FB: Hidrohemicriptófito. RA: 3300-3800 m. Vertiente oriental. Ha: Suelos saturados y charcos. Di: Autóctona (Centro y Sudamérica). GA: n.a.

Familia: Aspleniaceae

1 género, 8 especies

Asplenium 8 especies

Asplenium alatum Humb. & Bonpl. ex Willd.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-3800 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Mesoamérica, Sudamérica, Caribe). GA: n.a.

Asplenium castaneum Schlttdl. & Cham.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-4300 m. Ha: pajonal, rocas. Di: Autóctona (Mesoamérica, Sudamérica). GA: n.a.

Asplenium heterochroum Kunze.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3100-3400 m. Ha: caminos sobre rocas. Di: Autóctona (América). GA: n.a.

Asplenium monanthes L.

FB: Radicoepífito. RA: 3100-3800 m. Ha: Ecotono bosque-pajonal. Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Asplenium peruvianum Desv.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3100-3800 m. Ha: rocas. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Ecuador, Colombia, Perú, Venezuela, Chile). GA: n.a.

Asplenium polyphyllum Bertol.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-3800 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Asplenium sessilifolium Desv.

FB: Radicoepífito. RA: 3100- 3500 m. Ha: ecotono bosque-pajonal. Di: Autóctona (América). GA: n.a.

Asplenium triphyllum C. Presl

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3100-4000 m. Ha: Bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Sudamérica). GA: n.a.

Familia: Asteraceae

36 géneros, 96 especies

Achyrocline 2 especies

Achyrocline alata (Kunth) DC.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3500 – 4200 m, vertiente oriental. Ha: borde de caminos, pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Achyrocline hallii Hieron.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300 – 3700 m. Ha: borde de caminos, ecotono matorral-pajonal. Di: Autóctona (endémica de Ecuador). GA: VU D2 (2011)

Ageratina 3 especies (1 especie endémica)

Ageratina glandulifera (Hieron.) R.M. King & H. Rob.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3300-3600 m, vertiente occidental (subcuenca Migüirr)
Ha: formaciones leñosas de paso del bosque altoandino al pajonal. Di: Autóctona (Ecuador). GA: n.a.

Ageratina rhyodes (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3400- 4100 m. Ha: Pajonal denso, subcuencas Angas y Taitachugo.
Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2011).

Ageratina pichinchensis (Kunth) R.M. King & H. Rob.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3100- 3500 m, vertiente occidental (subcuenca Angas)
Ha: Bosque altoandino, matorral, pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Aphanactis 2 especies

Aphanactis jamesoniana Wedd.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3600 – 4200 m. Ha: Pajonal, bajo otras plantas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: LC (2011).

Aphanactis villosa S.F. Blake

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3600 – 4200 m (vertiente oriental). Ha: Pajonal, pajonal intervenido. Di: Autóctona (Ecuador, Perú).
GA: n.a.

Aristeguietia: 1 especie endémica

Aristeguietia glutinosa (Lam.) R.M. King & H. Rob.

FB: Microfanerófito. RA: 3100- 3600 m, vertientes occidental y oriental. Ha: Matorrales. Di: Autóctona (endémica de Ecuador). GA: LC (2011).

Baccharis 12 especies (2 especies endémicas)

Baccharis alaternoides Kunth

FB: Microfanerófito. RA: 3300-4000 m. Ha: Bosque de *Polylepis* y páramo de pajonal, especie poco frecuente. Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

Baccharis arbutifolia Vahl.

FB: Microfanerófito. RA: 3300-3900 m. Ha: Pajonal húmedo. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2011)

Baccharis buxifolia (Lam.) Pers.

FB: Microfanerófito. RA: 3100 – 4300 m. Ha: páramo de pajonal, bosque montano.
Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Baccharis caespitosa (Ruiz & Pav.) Pers.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3200-4400 m, frecuente sobre 3800 m (cumbre)
Ha: Páramo de pajonal abierto, páramo de almohadillas, rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador, Perú). GA: n.a. Sin: *Baccharis alpina* Kunth

Baccharis genistelloides (Lam.) Pers.

FB: Microfanerófito. RA: 3100- 3900 m. Ha: Páramo de pajonal y bosque de *Polylepis*.
Di: Autóctona (América del sur). GA: n.a.

Baccharis hieronymi Heering

FB: Microfanerófito. RA: 3100-3500 m. Ha: Bosque altoandino. Rara en el páramo
Di: Autóctona (Endémica de Azuay y Cañar). GA: VU D2 (2011).

Baccharis latifolia (Ruiz & Pav.) Pers.

FB: Microfanerófito. RA: 3100- 4000 m (vertiente oriental). Ha: formaciones leñosas de paso del bosque altoandino al pajonal, zonas con disturbios. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Baccharis macrantha Kunth

FB: Microfanerófito. RA: 3100-4200 m. Ha: Páramo de pajonal. Di: Autóctona (Colombia y Ecuador). GA: n.a.

Baccharis paramicola Cuatrec.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3300-3600 m. Ha: Pajonal húmedo, humedal, rara en el PNC.
Di: Autóctona (Colombia y Ecuador). GA: n.a.

Baccharis prunifolia Kunth

FB: Microfanerófito. RA: 3300-3700 m. Ha: Páramo arbustivo y pajonal, rara.
Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Baccharis teindalensis Kunth

FB: Microfanerófito. RA: 3300- 4000 m. Ha: Páramo arbustivo y pajonal, especie rara en PNC.
Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Baccharis tricuneata (L. f.) Pers.

FB: Microfanerófito. RA: 3400-4000 m (vertiente occidental y oriental). Ha: Pajonal intervenido, matorral con *Arcytophyllum vernicosum*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Badilloa 1 especie

Badilloa salicina (Lam.) R.M. King & H. Rob.

FB: Microfanerófito. RA: 3200-3800 m (única colección en Toreadora a 3700).
Ha: Bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Belloa 1 especie

Belloa longifolia (Cuatrec. & Aristeg.) Sagást. & M.O. Dillon

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3400-4000 m. Ha: Matorral de *Arcytophyllum vernicosum*. Rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Bidens 2 especies

Bidens andicola Kunth

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3200-4000 m (vertiente oriental y occidental). Ha: Matorral de *Arcytophyllum vernicosum*, rocas, pajonal, lugares intervenidos. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). RA: n.a.

Bidens triplinervia Kunth

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3200-4000 m. Ha: Matorral de *Arcytophyllum vernicosum*, pajonales abiertos. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Cacosmia 1 especie endémica

Cacosmia hieronymi H. Rob.

FB: Nanofanerófito. RA: 3100-3500 m. Ha: Especie rara en límite inferior páramo
Di: Autóctona (Endémica de las provincias de Azuay, Cañar y Loja). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Chaptalia 2 especie

Chaptalia cordata Hieron.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3300-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Chaptalia stuebelii Hieron.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3100- 3400 m. Ha: Ecotono entre bosque altoandino y pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). n.a.

Chrysactinium 2 especies

Chrysactinium acaule (Kunth) Wedd.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3400-4000 m (ambas vertientes y cumbre). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Chrysactinium hieracioides (Kunth) H. Rob. & Brettell

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3400-4000 m (vertiente oriental). Ha: Límite entre bosque de *Polylepis* y pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Chuquiraga: 1 especie

Chuquiraga jussieui J.F. Gmel.

FB: Nanofanerófito. RA: 3300-4300 m. Ha: Especie común en matorral de *Arcytophyllum vernicosum* y pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Cotula 2 especies

Cotula australis (Sieber ex Spreng.) Hook. f.

FB: Terófito escapiforme/ Hemicriptófito escapiforme. RA: 3200-4200 m. Ha: Humedales. Pajonal húmedo. Di: Alóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Cotula mexicana (DC.) Cabrera

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3200-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Cuatrecasasiella 1 especie

Cuatrecasasiella isernii (Cuatrec.) H. Rob.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3200-4200 m. Ha: Humedal. Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

Diplostephium 8 especies (2 especies endémicas)

Diplostephium ericoides (Lam.) Cabrera

FB: Nanofanerófito. RA: 3500-4100 m (vertientes oriental y occidental). Ha: Rocas y matorrales. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: LC (2011)

Diplostephium espinosae Cuatrec.

FB: Nanofanerófito. RA: 3800-4100 m. Ha: *Polylepis* y pajonal. Rara en el Cajas. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: NT (2011).

Diplostephium glandulosum Hieron.

FB: Nanofanerófito. RA: 3800-4100 m. Ha: Pajonal, zonas de cumbres. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Diplostephium hartwegii Hieron.

FB: Nanofanerófito. RA: 3600-4000 m. Ha: Pajonales. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Diplostephium macrocephalum S.F. Blake

FB: Nanofanerófito. RA: 3800-4000 m. Ha: Pajonales, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (endémica de Ecuador). GA: NT (2000).

Diplostephium oblanceolatum S.F. Blake.

FB: Nanofanerófito. RA: 3500-4000 m (vertientes oriental y occidental). Ha: Pajonales, matorrales. Di: Autóctona (endémica de Ecuador). GA: NT (2000).

Diplostephium rupestre (Kunth) Wedd.

FB: Nanofanerófito. RA: 3800-4200 m. Ha: Rocas y matorrales (zonas Burines). Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Diplostephium sagasteguii Cuatrec.

FB: Nanofanerófito. RA: 3700-4000 m (zona cumbre de Soldados). Ha: Páramo de almohadillas, matorral. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Dorobaea 2 especies

Dorobaea laciniata B. Nord. & Pruski

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3300-4000 m. Ha: Pajonales húmedos, matorrales, rocas. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Dorobaea pimpinellifolia (Kunth) B. Nord.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3300-3800 m. Ha: Pajonales húmedos, matorrales, rocas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Erigeron: 1 especie

Erigeron ecuadoriensis Hieron.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3400-3800 m, vertiente oriental. Ha: Pajonal post que-
ma. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Gamochaeta: 1 especie

Gamochaeta americana (Mill.) Wedd.

FB: Hemicriptófito escapiforme/ Terófito escapiforme. RA: 3600-4000 m. Ha: Pajonal y humedal
intervenidos. Di: Autóctona, cosmopolita. GA: n.a.

Gnaphalium: 2 especies

Gnaphalium dombeyanum DC.

FB: Hemicriptófito escapiforme/ Terófito escapiforme. RA: 3300-3900 m (vertiente occiden-
tal). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Gnaphalium tenue Kunth

FB: Hemicriptófito escapiforme/ Terófito escapiforme. RA: 3400-3600 m (vertiente oriental). Ha:
Pajonal, lugares intervenidos. Di: Autóctona (cosmopolita). GA: n.a.

Grosvenoria 1 especie

Grosvenoria hypargyra (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.

FB: Microfanerófito. RA: 3500-3800 m. Ha: formaciones leñosas de paso del bosque altoandino al
pajonal, lugares intervenidos. Di: Autóctona (endémica de Ecuador).
GA: VU B1ab(iii) (2011)

Gynoxys 7 especies (3 especies endémicas)

Gynoxys baccharoides (Kunth) Cass.

FB: Microfanerófito. RA: 3300-4000 m. Ha: Paramo arbustivo en límite entre *Polylepis* y pajonal. Di:
Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: VU D2 (2011)

Gynoxys buxifolia (Kunth) Cass.

FB: Microfanerófito. RA: 3300-4100 m. Ha: Bosque de *Polylepis*, matorrales con *Chuquiraga*.
Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Gynoxys cuicochensis Cuatrec.

FB: Microfanerófito. RA: 3300-4000 m. Ha: Pajonal, lugares con suelo superficial
Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2011).

Gynoxys ferreyrae B. Herrera

FB: Microfanerófito. RA: 3300-3800 m. Ha: Bosque de *Polylepis* (escasos registros
en el PNC). Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: NT (2011)

Gynoxys hallii Hieron.

FB: Microfanerófito. RA: 3400-3800 m. Ha: Pajonal, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica
de Ecuador). GA: LC (2011)

Gynoxys miniphylla Cuatrec.

FB: Nanofanerófito. RA: 3400-4100 m, registrada en todas las subcuencas. Ha: Pajonal denso y borde
de bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: (2011)

Gynoxys parvifolia Cuatrec.

FB: Nanofanerófito. RA: 3600-3800 m. Ha: Bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Hieracium 2 especies (1 especie endémica)

Hieracium frigidum Wedd.

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3700-4000 m. Ha: Rocas y pajonal. Común en todo ambiente. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Hieracium sodiroanum Zahn

FA: Hemicriptófito escandente. RA: 3700-4100 m. Ha: Pajonal. Subcuenca Burines. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2011)

Hypochaeris 1 especie

Hypochaeris sessiliflora Kunth

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3200-4100 m. Ha: Lugares intervenidos, pajonal, humedal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a

Kaunia 1 especie endémica

Kaunia pachanoi (B.L. Rob.) R.M. King & H. Rob.

FB: Microfanerófito. RA: Hasta 3500 m. Ha: formaciones leñosas de paso del bosque altoandino al pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: (2011)

Lasiocephalus 4 especies (1 especie endémica)

Lasiocephalus involucratus (Kunth) Cuatrec.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3600-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Sin: *Aetheolaena involucrata* (Kunth) B. Nord. (Jørgensen, P. M. & S. León-Yáñez 1999)

Lasiocephalus lingulatus Schldl.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 4000-4300 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (endémica de Ecuador). GA: NT (2011)

Sin: *Aetheolaena lingulata* (Schldl.) B. Nord (Jørgensen, P. M. & S. León-Yáñez 1999)

Lasiocephalus otophorus (Wedd.) Cuatrec.

FB: Nanofanerófito. RA: hasta 3600 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a. Sin: *Aetheolaena otophora* (Wedd.) B. Nord. (Jørgensen, P. M. & S. León-Yáñez 1999)

Lasiocephalus ovatus Schldl.

FB: Nanofanerófito. RA: hasta 3600 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Leucanthemum 1 especie introducida

Leucanthemum maximum (Ramond) DC.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: Hasta 3400 m. Ha: Carretera y caminos, rara en PNC. Di: Alóctona y cultivada. GA: n.a.

Llerasia 3 especies (1 especie endémica)

Llerasia assuensis (Kunth) Cuatrec.

FB: Microfanerófito. RA: 3400 – 3500 m. Ha: Pajonal, cerca de caminos. Di: Autóctona (endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Llerasia hypoleuca (Turcz.) Cuatrec.

FB: Microfanerófito. RA: 3400 – 4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Llerasia lindenii Triana

FB: Microfanerófito. RA: 3400 – 4000 m (oeste). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia y Ecuador). GA: n.a.

Loricaria 6 especies (1 especie endémica de Ecuador, 2 endémicas del Cajas)

Loricaria azuayensis Cuatrec.

FB: Nanofanerófito. RA: 3700 – 4100 m. Ha: Humedales y tapices de *Plantago rigida*

Di: Autóctona (Endémica del PNC). GA: EN B1ab(iii) (2011)

Type: Ecuador: Azuay: paramos in vicinity of Toreador, between Molleturo and Quinoas, alt. 3810-3930 m, collect. June 15, 1943, Steyermark, J.A. 53210, HT: F, endemic

Loricaria cinerea D.J.N. Hind

FB: Nanofanerófito. RA: 3800 m (Luspa). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Endémica del PNC). GA: No evaluada (NE).

Type: Ecuador. Azuay: Cordillera occidental, 20 km W of Cuenca, L. Luspa, El Cajas National Recreation Area, 3800 m, 19 Aug 1985, Ramsay & Merrow-Smith 122, HT: K; IT: QCNE

Loricaria ferruginea (Ruiz & Pav.) Wedd.

FB: Nanofanerófito. RA: 3700 – 4100 m (Toreadora, Burines, Migüirr, Soldados)

Ha: Forma agregaciones en pajonales y lugares húmedos. Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

Loricaria ilinissae (Benth.) Cuatrec.

FB: Nanofanerófito. RA: 4000-4400 m (Burines, Osohuayco, Patul, Tres cruces)

Ha: Forma agregaciones en las partes altas de las colinas, donde es la especie dominante. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: No evaluada (NE)

Loricaria leptothamna (Mattf.) Cuatrec.

FB: Nanofanerófito. RA: 3800 m (Soldados). Ha: Bosques de *Polylepis*, humedales

Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Loricaria thuyoides (Lam.) Sch. Bip.

FB: Nanofanerófito. RA: 3700-4100 m. Ha: Pajonal, pajonal intervenido. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Monticalia 6 especies (1 especie endémica)

Monticalia andicola (Turcz.) C. Jeffrey

FB: Nanofanerófito. RA: 3900-4300 m. Ha: Matorral de *Loricaria*, rocas, fuertes pendientes. Di: Autóctona (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Monticalia arbutifolia (Kunth) C. Jeffrey

FB: Microfanerófito. RA: 3700-4100 m. Ha: Pajonal, bosque *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a. Sin: *Pentacalia arbutifolia* (Kunth) Cuatrec.

Monticalia empetroides (Cuatrec.) C. Jeffrey

FB: Microfanerófito. RA: 3200-3900 m. Ha: Pajonal, bosque *Polylepis*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a. Sin: *Pentacalia empetroides* (Cuatrec.) Cuatrec

Monticalia myrsinites (Turcz.) C. Jeffrey

FB: Nanofanerófito. RA: 3600-4100 m. Ha: Pajonal, matorral, lugares húmedos y protegidos. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: LC (2011)

Monticalia peruviana (Pers.) C. Jeffrey

FB: Nanofanerófito. RA: 3600-4000 m. (vertiente oriental). Ha: Pajonal, pajonal intervenido. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a. Sin: *Pentacalia peruviana* (Pers.) Cuatrec

Monticalia vaccinioides (Kunth) C. Jeffrey

FB: Nanofanerófito. RA: 3400-4200 m. Común en PNC. Ha: Pajonal, rocas, lugares expuestos. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Mutisia 2 especies (1 especie endémica)

Mutisia alata Hieron.

FB: Estrepanoliana. RA: 3100-3700 m. Ha: Límite entre bosque altoandino y pajonal, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Mutisia lehmannii Hieron.

FB: Estrepanoliana. RA: 3100-3700 m. Ha: Límite entre bosque altoandino y pajonal, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica). GA: EN B1ab(iii) (2011)

Oritrophium 4 especies (1 especie endémica de Azuay)

Oritrophium crocifolium (Kunth) Cuatrec.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3400-4200 m. Ha: Pajonal húmedo. Charcos. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Oritrophium limnophilum (Sch. Bip.) Cuatrec.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3600-4100 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*. Charcos, borde de lagunas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Oritrophium peruvianum (Lam.) Cuatrec.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3500-4100 m. Ha: Turberas, ciénegas, charcos, bordes de lagunas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Oritrophium tergoalbum (Cuatrec.) Cuatrec.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3800-4000 m, (Osohuayco). Ha: Humedales y almohadillas de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Endémica del Azuay. Dos poblaciones: Oña y PNC). GA: EN B1ab(iii) (2011).

Perezia 2 especies

Perezia multiflora (Bonpl.) Less.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3200-3800 m (vertiente occidental)

Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Perezia pungens (Bonpl.) Less.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3600-4300 m. Ha: Pajonal, matorral, rocas.

Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Plagiocheilus 1 especie

Plagiocheilus soliviformis DC.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3800-4000 m. Ha: Pajonal, raro en el PNC.

Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Senecio 4 especies (1 especie endémica)

Senecio chionogeton Wedd.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3600-4200 m. Ha: pajonal, matorrales de *Gynoxys*.

Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Senecio culcitoides Sch. Bip.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 4000-4300 m(cumbres). Ha: rocas y lugares abiertos.

Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Senecio josei Sklenář

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3700-3900 m. Ha: Matorrales de *Arcytophyllum*, *Gynoxys*, rocas. (Pocas colecciones bajo este nombre)

Di: Autóctona (Endémica de Azuay y Loja). GA: no evaluada (NE)

Senecio tephrosioides Turcz.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3600-4000 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Werneria 3 especies (1 especie endémica)

Werneria nubigena Kunth

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3600-4000 m. Ha: pajonal bajo, pajonal intervenido

Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Werneria pumila Kunth

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3800-4200 m. (cumbres). Ha: Matorrales de *Arcytophyllum*, rocas, borde de pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: LC (2011)

Werneria pygmaea Gillies ex Hook. & Arn.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3800-4100 m (cumbre). Ha: humedales, bordes de lagunas, tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Xenophyllum 2 especies (1 especie endémica del Cajas)

Xenophyllum humile (Kunth) V.A. Funk

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3500-4400 m. Ha: pajonales y lugares drenados, común en el PNC.
Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Xenophyllum roseum (Hieron.) V.A. Funk

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3700-4300 m. Ha: Humedales, tapices de *Plantago rigida*.
Di: Autóctona (Endémica del Cajas). GA: VU D2 (2011)
Type: Ecuador, Lehmann, F.C. 5687, B destr.; LT: K; ILT: US, MA; photo: F, GH, NY, US (all of B)

Familia: Berberidaceae

1 género, 4 especies

Berberis 4 especies (1 especie endémica)

Berberis lutea Ruiz & Pav.

FB: Microfanerófito. RA: 3200-4100 m. Ha: Bosquetes de *Polylepis* y pajonal.
Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Berberis pichinchensis Turcz.

FB: Microfanerófito. RA: 3200- 3800 m. Ha: Bosquetes de *Polylepis* y pajonal.
Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Berberis pindilicensis Hieron.

FB: Microfanerófito. RA: 3100 m (vertiente oriental)-3500 m (vertiente occidental)
Ha: Bosque altoandino, ecotono bosque-pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU D2 (2011)

Berberis rigida Hieron.

FB: Microfanerófito. RA: 3300-4100 m (vertiente oriental). Ha: bosquetes de *Polylepis*, pajonal y páramo de almohadillas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Familia: Blechnaceae

1 género, 1 especie

Blechnum loxense (Kunth) Hook.ex Salomon

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3400-3900 m. Ha: bosquetes de *Polylepis* y bordes de pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Boraginaceae

5 géneros, 7 especies

Cynoglossum 1 especies

Cynoglossum amabile Stapf & J.R. Drumm.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3800-3900 m. Ha: zonas intervenidas en bosque de *Polylepis* de Toreadora. Di: Alóctona. GA: n.a.

Hackelia 1 especie

Hackelia mexicana (Schltdl. & Cham.) I.M. Johnst.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300- 4000 m. Ha: Bosque, pajonal. Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Lithospermum 2 especies (1 especie endémica de Azuay)

Lithospermum azuayensis Weigend & Nürk

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300-3700 m. Ha: Pajonal (vertiente oriental). Di: Autóctona (Endémica de Azuay). GA: no evaluada (NE).

Lithospermum cinerascens (A. DC.) I.M. Johnst.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3500 m. Ha: Pajonal (raro, una sola colección en el PNC)
Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

Plagiobothrys 1 especie

Plagiobothrys linifolius (Willd. ex Lehm.) I.M. Johnst.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-3800 m (vertiente occidental). Ha: Pajonal, raro en el PNC.
Di: Autóctona (Colombia y Ecuador). GA: n.a.

Tournefortia 2 especies

Tournefortia fuliginosa Kunth

FB: Microfanerófito. RA: hasta 3600 m (Migüir). Ha: Bosque altoandino, ecotono bosque-pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela). GA: n.a.

Tournefortia polystachya Ruiz & Pav.

FB: Microfanerófito. RA: hasta 3500 m (Angas). Ha: zonas intervenidas en bosque de *Polylepis lanuginosa*, rara en el PNC. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela). GA: n.a.

Familia: Brassicaceae

8 géneros, 19 especies y 2 subespecies

Brayopsis 1 especie (1 subespecie endémica)

Brayopsis colombiana Al-Shehbaz

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 4100-4400 m (cumbres). Ha: Páramo de almohadillas, rocas. Di: Autóctona (Colombia y Ecuador). GA: n.a.

Brayopsis colombiana* subsp. *ecuadoriana Al-Shehbaz

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 4100-4400 m (cumbres). Ha: Páramo de almohadillas, rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: no evaluada (NE).

Cardamine: 1 especie

Cardamine jamesonii Hook.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3400-3900 m. Ha: Bosques de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Diplotaxis: 1 especie

Diplotaxis tenuifolia (L.) DC.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300- 3900 m. Ha: Pajonal intervenido, cerca de caminos. Di: Alóctona (cosmopolita). GA: n.a.

Draba 9 especies (5 endémicas de Ecuador, 1 endémica del Cajas)

Draba alyssoides Humb. & Bonpl.

FB: Caméfito sufruticoso/ caméfito pulviniforme. RA: 3800-4200 m (vertiente occidental y cumbre). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Draba aretioides Kunth

FB: Caméfito sufruticoso/ caméfito pulviniforme. RA: 4000-4200 m. Ha: Rocas, rara en el PNC. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2011)

Draba ecuadoriana Al-Shehbaz

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3800-4200 m. Ha: Pajonal, rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: EN B2ab(iii) (2011)

Draba hallii Hook. f.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 4000- 4300 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Draba schusteri O.E. Schulz

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3900-4000 m (Soldados). Ha: Rocas, pajonal húmedo. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Draba splendens Gilg

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3950-4300 m (cumbre). Ha: Rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Draba steyermarkii Al-Shehbaz

FB: Caméfito sufruticoso. GA: 3700-4300 m. Ha: Rocas, matorrales de *Loricaria*, ocasionalmente *Polylepis* y pajonal. Di: Autóctona (Endémica del Cajas). RA: VU D2 (2011)

Type: Ecuador: Azuay: paramos, in vicinity of Toreador, between Molleturo and Quinoas, 3,810-3,930 m, 15 June 1942, Steyermark 53077, HT: F; IT: GH, MO, NY, S, Ecuador

Draba stylosa Turcz.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3700-4300 m (vertiente occidental). Ha: Rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B2ab(iii) (2011)

Draba violacea Humb. & Bonpl.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3900-4000 m (parte norte del PNC). Ha: Pajonal húmedo, almohadillas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B2ab(iii) (2011)

Eudema 2 especies y 1 subespecie endémicas

Eudema nubigena Bonpl.

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 4000-4400 m (cumbre). Ha: Rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B2ab (iii) (2011)

Eudema nubigena subsp. remyana (Wedd.) Al-Shehbaz

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 4000-4400 m (cumbre, parte norte PNC). Ha: Rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B2ab(iii) (2011)

Eudema rupestris Bonpl.

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3800-4100 m (Soldados). Ha: Pajonal húmedo, almohadillas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: EN B1ab(iii) (2011).

Lepidium 3 especies (1 especie endémica)

Lepidium abrotanifolium Turcz.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3500- 4100 m. Ha: Bosque de *Polylepis*, rocas y fuertes pendientes. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Lepidium bipinnatifidum Desv.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3100-3800 m. Ha: Bosque de *Polylepis*, límite bosque montano. Di: Autóctona (Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Lepidium ecuadoriense Thell.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 4100-4400 m (cumbre). Ha: Matorral de *Loricaria ilinissae*, rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B2ab(iii) (2011)

Raphanus 1 especie

Raphanus sativus L.

FB: Terófito escapiforme/ hemicriptófito escapiforme. RA: 3300-3900 m. Ha: Senderos, pajonal. Di: Alóctona, cultivada. GA: n.a.

Rorippa 1 especie

Rorippa nasturtium-aquaticum (L.) Hayek

FB: Hidrogeófito/ Geófito rizomatoso. RA: hasta 3900 m. Ha: Riachuelos, aguas lóxicas y oxigenadas, suelo saturado. Di: Alóctona (cosmopolita). GA: n.a.
Sin: *Nasturtium officinale* W.T. Aiton

Familia: Bromeliaceae

3 géneros, 8 especies

Greigia 1 especie

Greigia mulfordii L.B. Sm.

FB: Caméfito rosulado. RA: 3900-4100 m. Ha: pajonal húmedo. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: VU (2001).

***Puya* 6 especies (3 especies endémicas y en peligro crítico de extinción)**

***Puya cajasensis* Manzan. & W. Till**

FB: Caméfito rosulado. RA: 3800-4100 m (vertiente oriental). Ha: Pajonal húmedo.

Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Type: Ecuador. Azuay: Parque Nacional Cajas, 4010 m., J.M. Manzanares 7719, HT: QCNE; IT: WU, Ecuador

***Puya clava-herculis* Mez & Sodiro**

FB: Caméfito rosulado. RA: 3600-3800 m (vertiente oriental). Ha: Pajonal húmedo.

Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

***Puya compacta* L.B. Sm.**

FB: Caméfito rosulado. RA: 3400-3950 m. Ha: Matorral de *Arcytophyllum* y límite con bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de las provincias de Azuay y Loja)

GA: CR A4c (2011)

Type: Ecuador. Prov. Azuay: common on paramos and on flat open ground at lower elevations, Quinoas to Sayausí, 2740-3290 m alt. 16 Jun 1943., Steyermark 53256, HT: GH; IT: F

***Puya hamata* L.B. Sm.**

FB: Caméfito rosulado. RA: 3300-3900 m (Mazán, Quinoas). Ha: Matorral, pajonal.

Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Puya maculata* L.B. Sm.**

FB: Caméfito rosulado. RA: 3900-3950 m (rara en el PNC). Ha: Matorral de *Arcytophyllum* y límite con bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA:CR A4c (2011)

***Puya pygmaea* L.B. Sm.**

FB: Caméfito rosulado. RA: 3200-3500 m (rara en Cajas, colectada fuera de área PN)

Ha: Límite inferior pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA:CR A4c (2011)

***Tillandsia* 1 especie**

***Tillandsia complanata* Benth.**

FB: Radicoepífito. RA: 3100-3500 m. Ha: Matorral. Di: Autóctona (Bolivia, Brasil, Caribe, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guyana, Panamá, Perú, Venezuela). GA: LC (2006)

Familia: Calceolariaceae

1 género, 5 especies

***Calceolaria* 5 especies (1 especie endémica)**

***Calceolaria ericoides* Vahl**

FB: Nanofanerófito. RA: 3100- 3700 m (vertiente occidental). Ha: Bosque y pajonal.

Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Calceolaria helianthemoides* Kunth**

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3100- 3500 m (vertiente occidental). Ha: formaciones leñosas de paso del bosque altoandino al pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2004)

Calceolaria mexicana Benth.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3100-3800 m (vertiente oriental). Ha: Bosque y pajonal.
Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela).
GA: n.a.

Calceolaria nivalis Kunth

FB: Nanofanerófito. RA: 3100- 3600 m. Ha: formaciones leñosas de paso del bosque altoandino al pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Calceolaria rosmarinifolia Lam.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3100- 3850 m. Ha: Límite entre bosque altoandino y páramo, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: NT (2011)

Familia: Campanulaceae

1 género, 6 especies y 1 subespecie

Lysipomia 6 especies y 1 subespecie (3 especies y 1 subespecie endémicas, de éstas, 1 especie en peligro crítico y 1 especie endémica del Cajas)

Lysipomia montioides Kunth

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 4000-4200 m. Ha: Almohadillas de *Plantago rigida*
Di: Autóctona (Colombia, Ecuador y Perú). GA: n.a.

Lysipomia multiflora McVaugh

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 4000-4400 m. Ha: Pajonal abierto, rocas. Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

Lysipomia oellgaardii Jeppesen

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3800-4200 m. Ha: Almohadillas de *Plantago rigida*. (Zona de Osohuayco). Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: EN B1ab(iii) (2011).

Lysipomia rhizomata McVaugh

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3800-4200 m. Ha: Plantas aisladas sobre rocas y suelos superficiales. Di: Autóctona (Endémica de Azuay y Loja). GA: CR B1ab(iii) (2011).

Lysipomia sphagnophila Griseb. ex Wedd.

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3900-4400 m. Ha: Pajonal abierto, rocas, humedales.
Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú). GA: n.a.

Lysipomia sphagnophila* subsp. *variabilis McVaugh

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3900-4400 m. Ha: Pajonal abierto, rocas, humedales.
Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: no evaluada (NE)

Lysipomia vitreola McVaugh

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3800-4400 m (cumbre norte y sur). Ha: Plantas aisladas sobre rocas y suelos superficiales. Di: Autóctona (Endémica del PNC). GA: EN B1ab(iii) (2011)

Familia: Caprifoliaceae

1 género, 13 especies

Valeriana 13 especies (3 especies endémicas)

***Valeriana asterothrix* Killip**

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3900-4000 m (sub-cuenca Taitachugo). Ha: Bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2011)

***Valeriana bracteata* Benth.**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3100-4400 m. Ha: Almohadillas de *Plantago rigida*, pajonales húmedos y abiertos. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador y Perú). GA: n.a.

***Valeriana cernua* B. Eriksen**

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-4100 m (Tomebamba). Ha: Bosque de *Polylepis*, pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2011)

Type: Ecuador: Azuay: around Laguna Toreadora in Paramo de Las Cajas, 3950 m, 14 June 1979., Lojtnant, Molau & Molau 14791, HT: AAU; IT: GB

***Valeriana henrici* (Graebn.) B. Eriksen**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 4100-4400 m (cumbre). Ha: Rocas y arena. Rara en el PNC. Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

***Valeriana hirtella* Kunth**

FB: Microfanerófito. RA: 3100- 3800 m. Ha: Zonas de transición entre bosque montano y pajonal, bosque de *Polylepis* y pajonal. Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

***Valeriana microphylla* Kunth**

FB: Nanofanerófito. RA: 3200- 4200 m. Ha: Pajonal y bosque montano. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador y Perú). GA: n.a.

***Valeriana niphobia* Briq.**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3700- 4300 m. Ha: Pajonal húmedo. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Valeriana plantaginea* Kunth**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3800-4200 m. Ha: Pajonal abierto, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Valeriana pyramidalis* Kunth**

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3100- 4000 m. Ha: Bosque de *Polylepis*, pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Valeriana quadrangularis* Kunth**

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3200-3400 m. Ha: Matorral, ecotono bosque-pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Valeriana rigida* Ruiz & Pav.**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3500- 4100 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador y Perú). GA: n.a.

Valeriana secunda B. Eriksen

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3800- 4400 m. Ha: Rocas y fuerte pendiente (cumbre).
Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: EN B1ab(iii) (2011)
Type: Ecuador: Azuay: Páramo de Las Cajas, above Lagunas Suerococha, 35 km on Cuenca-Mo-
lleturo road, 4200-4400 m, 30 January 1988., Molau & Eriksen 2768, HT: GB; IT: AAU.

Valeriana tomentosa Kunth

FB: Hemicriptófito escandente. RA: hasta 3450 m. Ha: Páramo arbustivo, lugares intervenidos,
límite con bosque montano. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Caryophyllaceae

5 géneros, 11 especies

Arenaria 2 especies

Arenaria digyna Willd. ex D.F.K. Schltdl.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3800- 4300 m (ambas vertientes). Ha: Pajonal, sobre suelos húme-
dos, humedal o entre rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Chile, Ecuador y Perú). GA: n.a.

Arenaria parvifolia Benth.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3700-3800 m. Ha: Pajonal, *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia,
Chile, Ecuador y Perú). GA: n.a.

Cerastium 3 especies

Cerastium danguyi J.F. Macbr.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300- 4400 m. Ha: Pajonal, matorral de *Loricaria*, rocas.
Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú). GA: n.a.
Sin: *Cerastium trianae* Briq

Cerastium floccosum Benth.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 4100-4300 m (cumbre). Ha: Matorral de *Loricaria*, rocas. Di:
Autóctona (Colombia, Ecuador y Perú). GA: n.a.

Cerastium kunthii Briq.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3400-3700 m (vertiente occidental). Ha: Pajonal.
Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Paronychia 1 especie

Paronychia chilensis DC.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3400-3700 m. Ha: Pajonal de baja altitud en vertiente occidental.
Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Paraguay, Perú). GA: n.a.

Silene 1 especie

Silene thysanodes Fenzl

FB: Terófito escapiforme. RA: 3400-4000 m (vertiente occidental). Ha: Pajonal.
Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a

Stellaria 4 especies

Stellaria cuspidata Willd. ex D.F.K. Schltl.

FB: Terófito escapiforme. RA: 3400-3500 m (Mazán). Ha: Ecotono entre bosque altoandino y pajonal. Di: Autóctona (América). GA: n.a.

Stellaria ovata Willd. ex D.F.K. Schltl.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3200-4000 m. Ha: Pajonal, Bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Caribe, Mesoamérica, Sudamérica). GA: n.a.

Stellaria recurvata Willd. ex D.F.K. Schltl.

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3200-3900 m. Ha: Humedal, pajonal, bosque de *Poylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador y Perú). GA: LC (2001).

Stellaria serpyllifolia Willd. ex D.F.K. Schltl.

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3100-3900 m. Ha: Pajonal, suelo húmedo. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Crassulaceae

1 género, 2 especies

Crassula 2 especies

Crassula aquatica (L.) Schönland

FB: Hidrohemicriptófito. RA: 3800-3900 m. Ha: Borde de lagunas. Di: Autóctona (cosmopolita). GA: n.a.

Crassula venezuelensis (Steerm.) M. Bywater & Wickens

FB: Hidrohemicriptófito. RA: 3800-4300 m. Ha: Charcos y suelos periódicamente sumergidos. Di: Autóctona (Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Cunoniaceae

1 género, 1 especie

Weinmannia fagaroides Kunth

FB: Microfanerófito. RA: 3100-3600 m. Ha: Bosque altoandino, ecotono bosque-pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guyana, Honduras, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Cystopteridaceae

1 género, 1 especie

Cystopteris 1 especie

Cystopteris fragilis (L.) Bernh.

FB: Hemicriptófito rizomatoso. RA: 3800-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Familia: Cyperaceae

9 géneros, 27 especies y 1 subespecie

Carex 10 especies (1 especie endémica del Ecuador, 1 especie endémica del Cajas)

Carex azuayae Steyerem.

FB: Helogeófito. RA: 3700-4000 m (este). Ha: Lacustre, lagunas de baja profundidad

Di: Autóctona (Endémica del Cajas). GA: EN B1ab(iii) (2011)

Type: Ecuador: Prov. Azuay: páramos in vicinity of Toreador, between Molleturo and Quinoas, alt. 3785-3900 m, June 15, 1943, J. A. Steyermark 53105, HT: F; IT: US

Carex crinalis Boott

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-4100 m. Ha: Humedales, almohadillas de *Plantago rigida*, matas de *Arcytophyllum vernicosum*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador y Perú). GA: n.a.

Carex jamesonii Boott

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-3900 m. Ha: Pajonal y suelos pantanosos

Di: Autóctona (Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Carex lemmaniana Boott

FB: Helogeófito. RA: 3700-4100 m (vertiente oriental). Ha: bordes lacustres, pajonal húmedo. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú). GA: n.a.

Carex mandoniana Boeckeler

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-3900 m (parte sur PNC). Ha: Páramo de almohadillas, suelos pantanosos. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Carex microglochin Wahlenb.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-3900 m. Ha: Senderos, pajonal intervenido. Di: Alóctona. GA: n.a.

Carex pichinchensis Kunth

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3600-4200 m. Ha: Pajonal, frecuente en todo PNC. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Carex pygmaea Boeckeler

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-4100 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, pajonales húmedos. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú). GA: n.a.

Sin: *Carex tristicha* Boeckeler

Carex tamana Steyerem.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3600-4100 m (Vertiente occidental y Mazán). Ha: Pajonales conservados de *Calamagrostis* y *Festuca*. Di: Autóctona (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Carex toreadora Steyerm.

FB: Helogeófito. RA: 3700-4300 m. Ha: Lagunas de baja profundidad, páramo de almohadilla.
Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)
Type: Ecuador: Prov. Azuay: páramos in vicinity of Toreador, between Molleturo and Quinoas, in moist mossy boggy places bordering alpine lake, alt. 3785-3900 m, June 15, 1943, J. A. Steyermark 53095, HT: F

Eleocharis 1 especie

Eleocharis acicularis (L.) Roem.&Schult.

FB: Helogeófito. RA: 3700-3900 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, humedales
Di: Autóctona (Cosmopolita, Bolivia, Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Isolepis 2 especies

Isolepis cernua (Vahl) Roem.&Schult.

FB: Terófito cespitoso. RA: 3700-4000 m. Ha: Humedales y suelos inundados
Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Isolepis inundata R. Br.

FB: Helogeófito. RA: 3700-4000 m (vertiente oriental). Ha: Lagunas y humedales
Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Oreobolopsis 2 especies

Oreobolopsis inversa Dhooge & Goetgh

FB: Caméfito graminoide. RA: 3600-4200 m. Ha: Pajonal, rocas y humedales.
Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

Oreobolopsis tepalifera T. Koyama & Guagl.

FB: Caméfito graminoide/ hemicriptófito caespitoso. RA: 3900-4100 m (Soldados). Ha: Páramo de almohadillas. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador y Perú). GA: n.a.

Oreobolus 3 especies, 1 subespecie

Oreobolus ecuadorensis T. Koyama

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3200-3900 m. Ha: Páramo de almohadillas, humedales.
Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú). GA: n.a.

Oreobolus goeppingeri Suess.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3700-4200 m. Ha: Páramo de almohadillas, pajonal, humedales. Di: Autóctona (América del sur). GA: n.a.

Oreobolus obtusangulus Gaudich.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3700-4200 m. Ha: Páramo de almohadillas, pajonal, humedales. Di: Autóctona (América del sur). GA: n.a.

Oreobolus obtusangulus subsp. unispicus Seberg

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3800-3900 m (vertiente oriental). Ha: Páramo de almohadillas, pajonal, humedales. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Rhynchospora 3 especies

Rhynchospora macrochaeta Steud.ex Boeckeler

FB: Caméfito graminoide. RA: 3200-3900 m (vertiente oriental). Ha: Pajonal, humedales. Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.
Sin: *Rhynchospora ruiziana* Boeckeler (Cat. Vasc. Pl. Ecuador)

Rhynchospora oreoboloidea Gómez-Laur.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3700-3900 m (Soldados). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá). GA: n.a.

Rhynchospora vulcani Boeckeler

FB: Caméfito graminoide. RA: 3600-4100 m. Ha: Pajonal alto. Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Schoenoplectus 1 especie

Schoenoplectus californicus (C.A. Mey.)Soják

FB: Helogeófito. RA: 3100- 3900 m. Ha: Lagunas y pantanos. Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.
Trichophorum: 1 especie

Trichophorum rigidum (Boeckeler) Goetgh.

FB: Helogeófito. RA: 3100- 3900 m. Ha: Lagunas y pantanos. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a

Uncinia 4 especies

Uncinia hamata (Sw.) Urb.

FB: Caméfito graminoide/ Geófito rizomatoso. RA: 3200-4200 m. Ha: Pajonales y tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Caribe, Mesoamérica, Sudamérica). GA: n.a.

Uncinia macrolepis Decne.

FB: Caméfito graminoide/ Geófito rizomatoso. RA: 3100-3800 m. Ha: Humedales y tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Uncinia phleoides (Cav.) Pers.

FB: Caméfito graminoide/ Geófito rizomatoso. RA: 3600-3900 m. Ha: Pajonales húmedos. Di: Autóctona (Mesoamérica, Argentina, Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Uncinia tenuis Poepp.ex Kunth

FB: Caméfito graminoide/ Geófito rizomatoso. RA: 3200-4000 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida* y pajonales húmedos. Di: Autóctona (Caribe, Mesoamérica, Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Dennstaedtiaceae

1 género, 1 especie

Hypolepis 1 especie endémica

Hypolepis crassa Maxon

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3800-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: no evaluada (NE)

Familia: Dicksoniaceae

1 género, 1 especie

Lophosoria: 1 especie

Lophosoria quadripinnata (J.F. Gmel.) C. Chr.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3100-3600 m. Ha: Ecotono bosque- pajonal. Di: Autóctona (Caribe, Centroamérica, Sudamérica, México). GA: n.a.

Familia: Dryopteridaceae

3 géneros, 13 especies

Dryopteris: 1 especie

Dryopteris wallichiana (Spreng.) Hyl.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300-3600 m. Ha: Ecotono entre bosque altoandino y pajonal. Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Elaphoglossum: 11 especies

Elaphoglossum engelii (H. Karst.) Christ

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3600-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, República Dominicana, Colombia, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Perú, Costa Rica, Venezuela). GA: n.a.

Elaphoglossum hartwegii (Fée) T. Moore

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3500-3800 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Chile, México, Costa Rica, Guatemala). GA: n.a.

Elaphoglossum lasioglottis Mickel

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-3800 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú, Colombia). GA: n.a.

Elaphoglossum lindenii (Bory ex Fée) T. Moore

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300-3500 m. Ha: bosque de *Polylepis lanuginosa*

Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Elaphoglossum minutum (Pohl ex Fée) T. Moore

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3600-4000 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Centroamérica y Sudamérica). GA: n.a.

Elaphoglossum oreophilum A. Vasco

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Elaphoglossum ovatum (Hook. & Grev.) T. Moore

FB: Radicoepífito. RA: 3700-3900 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Elaphoglossum paleaceum (Hook. & Grev.) Sledge

FB: Radicoepífito. RA: 3100-3400 m. Ha: bosque de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (Centroamérica, Sudamérica, República Dominicana, México, Jamaica). GA: n.a.

Elaphoglossum petiolosum (Desv.) T. Moore

FB: Radicoepífito. RA: 3600-3800 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Costa Rica). GA: n.a.

Elaphoglossum rimbachii (Sodirol) Christ

FB: Radicoepífito. RA: 3700-3900 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Elaphoglossum yatesii (Sodirol) Christ

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú, Colombia). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Polystichum 1 especie

Polystichum orbiculatum (Desv.) J. Rémy & Fée

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3400-3800 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Elaeocarpaceae

1 género, 1 especie

Vallea: 1 especie

Vallea stipularis L. f.

FB: Microfanerófito. RA: Hasta 3600 m, rara en el páramo Ha: Ecotono bosque altoandino-pajonal, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a

Familia: Elatinaceae

1 género, 1 especie

Elatine: 1 especie

Elatine ecuadoriensis Molau

FB: Hidroterófito. RA: 3200-4000 m. Ha: Lagunas, pantanos, humedales. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Ephedraceae

1 género, 2 especies

Ephedra: 2 especies

Ephedra americana Humb. & Bonpl. ex Willd.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3300- 3800 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Ephedra rupestris Benth.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3700-4400 m. Ha: Superpáramo rocoso. Di: Autóctona (Bolivia, Chile, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Equisetaceae

1 género, 1 especie

Equisetum 1 especie

Equisetum bogotense Kunth

FB: Geófito rizomatoso/ Helogeófito. RA: 3100-4000 m. Ha: humedal. Di: Autóctona (Sudamérica, Costa Rica, Panamá). GA: n.a.

Familia: Ericaceae

5 géneros, 7 especies

Disterigma 1 especie

Disterigma empetrifolium (Kunth) Drude

FB: Caméfito reptante/ caméfito en espaldera. RA: 3300-4300 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, matorrales de *Loricaria* y *Chuquiraga*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Gaultheria: 3 especies

Gaultheria amoena A.C. Sm.

FB: Caméfito reptante/ caméfito en espaldera. RA: 3600-4300 m. Ha: Matorrales de *Loricaria* y pajonal, entre musgo, sobre suelos arenosos. Di: Autóctona (Colombia y Ecuador). GA: n.a.

Gaultheria glomerata (Cav.) Sleumer

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-3700 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Gaultheria tomentosa Kunth

FB: Nanofanerófito. RA: Hasta 3600 m. Ha: Bosque de *Polylepis lanuginosa* (vertiente occidental) y ecotono bosque-pajonal (vertiente oriental). Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Macleania: 1 especie

Macleania rupestris (Kunth) A.C. Sm.

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-3700 m. Ha: Matorral arbustivo. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Nicaragua, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Pernettya: 1 especie

Pernettya prostrata (Cav.) DC.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3200-3950 m. Ha: Pajonal, matorral y rocas.
Di: Autóctona (América del sur y central). GA: n.a.

Vaccinium: 1 especie

Vaccinium floribundum Kunth

Forma de vida: Caméfito fruticoso. RA: 3200-4100 m. Ha: Pajonal, matorral de *Loricaria ilinissae*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Eriocaulaceae

1 género, 1 especie

Paepalanthus: 1 especie

Paepalanthus pilosus (Kunth) Kunth

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3600-3900 m (Osohuayco). Ha: Rara, en pajonales abiertos y húmedos, tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Sin: *Paepalanthus espinosianus* Moldenke (Jørgensen, P. M. & S. León-Yáñez 1999)

Familia: Escalloniaceae

1 género, 1 especie

Escallonia: 1 especie.

Escallonia myrtilloides L. f.

FB: Microfanerófito. RA: 3200-4100 m. Ha: bosques de *Polylepis* y matorrales de *Chuquiragua* y *Arcytophyllum*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Euphorbiaceae

1 género, 1 especie

Dysopsis: 1 especie

Dysopsis glechomoides (A. Rich.) Müll. Arg.

FB: Terófito reptante. RA: 3300- 3700 m. Ha: Bosques de *Polylepis*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú). GA: n.a.

Familia: Fabaceae

5 géneros, 9 especies

Astragalus: 1 especie

Astragalus weberbaueri Ulbr.

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-4100 m. Ha: Bosques de *Polylepis* y matorrales de *Chuquiraga* y *Arcytophyllum*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Lupinus: 4 especies

Lupinus eramosus C.P. Sm.

FB: Caméfito sufruticoso/ fruticoso. RA: 3800-3900 m (vertiente oriental). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Lupinus microphyllus Desr.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3700-4300 m. Ha: Pajonal, rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Lupinus revolutus C.P. Sm.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3100-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Lupinus tauris Benth.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3200-4200 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Otholobium 1 especie

Otholobium brachystachyum (Spruce ex Diels) J.W. Grimes

FB: Nanofanerófito. RA: Hasta 3600 m (vertiente occidental). Ha: Bosques de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Trifolium 1 especie introducida

Trifolium repens L.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: Hasta 4000 m. Ha: Suelos húmedos en lugares intervenidos. Di: Alóctona (cosmopolita). GA: n.a.

Vicia: 2 especies

Vicia andicola Kunth

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3400-3900 m. Ha: Pajonal sobre suelo húmedo, humedales intervenidos. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Vicia setifolia Kunth

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3500-3800 m (vertiente occidental). Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México). GA: n.a.

Familia: Gentianaceae

4 géneros, 13 especies

Centaurium 1 especie introducida

Centaurium erythraea Rafn

FB: Hemicriptófito reptante. RA: Hasta 3500 m. Ha: borde de carretera, suelos compactados. Di: Alóctona (cosmopolita). GA: n.a.

Gentiana 1 especie

Gentiana sedifolia Kunth

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3300-4000 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, pajonal húmedo, matorral. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Gentianella 7 especies (3 especies endémicas de Ecuador y 2 especies endémicas del Cajas)

Gentianella cerastioides (Kunth) Fabris

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3200-4300 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, suelos húmedos. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Gentianella foliosa (Kunth) Fabris

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3700 - 3800 m. Ha: Pajonal, especie rara en el PNC. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: LC (2011)

Gentianella hirculus (Griseb.) Fabris

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3700-4300 m. Ha: Pajonal abierto, rocas, suelos húmedos. Di: Autóctona (Endémica del Cajas). GA: LC (2011)

Gentianella hyssopifolia (Kunth) Fabris

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3400-4100 m. Ha: Pajonal denso. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Gentianella limoselloides (Kunth) Fabris

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300-4000 m. Ha: Humedal intervenido, suelos saturados. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: LC (2011)

Gentianella longibarbata (Gilg) Fabris

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3500-4300 (cumbres). Ha: Matorrales y bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica del Cajas). GA: LC (2011)

Type: Ecuador: Azuay: Paramo of Cajas. 3300-3800 m. 1876 - 1881, F.C. Lehemman 4877.

Gentianella rapunculoides (Willd. ex Schult.)J.S. Pringle

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3100-4000 m. Ha: Páramo arbustivo, límite entre pajonal y humedales. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Halenia 4 especies (2 especies endémicas de Ecuador y 1 especie endémica del Cajas)

Halenia minima C.K. Allen

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3200-4000 m. Ha: Pajonal abierto, resiste pisoteo. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: LC (2011)

Halenia serpyllifolia J.S. Pringle

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300-4200 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida* y humedales. Di: Autóctona (Endémica del Cajas). GA: EN B1ab(iii) (2011)

Type: Ecuador. Azuay: Río Machángara, NW of Cuenca, 3000-3100 m, B. Sparre 18621, HT: S, Endemic to Ecuador

Halenia taruga-gasso Gilg

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300-4200 m. Ha: Pajonales conservados. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2011)

Halenia weddelliana Gilg

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3500-4100 m. Ha: Pajonal húmedo, humedal, bosque. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Geraniaceae

1 género, 8 especies

Geranium 8 especies

Geranium chilloense Willd.ex Kunth

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: Hasta 3400 m. Ha: Ecotono páramo- bosque montano. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Geranium diffusum Kunth

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3200-3900 m. Ha: borde de bosque, pajonales y humedales intervenidos. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Geranium maniculatum H.E. Moore

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3700-4300 m. Ha: Humedales, tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Geranium multipartitum Benth.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3700-4300 m. Ha: Matorrales de *Loricaria*, rocas, lugares abiertos. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Geranium pseudodiffusum Aedo

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3400-3900 m (vertiente oriental). Ha: Matorrales, bosque de *Polylepis*, suelos húmedos. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Type: Ecuador: Azuay, Páramo de Cajas, Chuspíuñuna, matorral de *Gynoxys*, 3440 m, 02.48.09S 79.13.06W, Aedo & Ulloa 13101, HA, JE, MA, MO, QCNE, Ecuador, Perú

Geranium reptans R. Knuth

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3400-4100 m. Ha: Pajonal, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Geranium sibbaldioides* Benth.**

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3700-4300 m. Ha: Pajonal, almohadillas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Geranium stramineum* Triana & Planch.**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 4300-4400 m (cumbres). Ha: Páramo de almohadillas, suelos húmedos. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Grossulariaceae

1 género, 5 especies

Ribes 5 especies (1 especie endémica)

***Ribes andicola* Jancz.**

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-3850 m. Ha: bosques de *Polylepis*, pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Ribes ecuadorensis* Jancz.**

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-3550 m. Ha: formaciones leñosas de paso del bosque altoandino al pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

***Ribes erectum* Freire-Fierro**

FB: Nanofanerófito. RA: 3400-3700 m. Ha: bosques de *Polylepis*, pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

***Ribes hirtum* Willd.ex Roem. & Schult.**

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-3700 m. Ha: Pajonal, Bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

***Ribes lehmannii* Jancz.**

FB: Nanofanerófito. RA: 3700-4300 m. Ha: bosque de *Polylepis*, rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: EN B1ab(iii) (2011)

Type: Ecuador: Azuay: Cuenca, 4000 m, Lehmann, F.C. 7713, T: B, K!, US; photo A, F, MO, Ecuador

Familia: Gunneraceae

1 género, 1 especie

Gunnera: 1 especie.

***Gunnera magellanica* Lam.**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3600-3800 m (vertiente oriental). Ha: Humedal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Haloragaceae

1 género, 1 especie

Myriophyllum: 1 especie.

***Myriophyllum quitense* Kunth**

FB: Hidrogeófito. RA: 3100-4000 m. Ha: Lagunas. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Estados Unidos, México, Perú, Uruguay, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Hymenophyllaceae

1 género, 1 especie

Hymenophyllum: 1 especie.

***Hymenophyllum undulatum* (Sw.) Sw.**

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3800-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Caribe, Centroamérica, Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Hypericaceae

1 género, 9 especies, 1 subespecie

Hypericum 9 especies, 1 subespecie (1 especie endémica, 1 subespecie endémica)

***Hypericum aciculare* Kunth**

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3250-4350 m, vertientes oriental y occidental. Ha: bosques de *Polylepis*, matorrales de *Loricaria* y *Chuquiraga*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Hypericum brevistylum* Choisy**

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3400-3800 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú), vertiente occidental. GA: n.a.

***Hypericum decandrum* Turcz.**

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3200-4350 m, vertientes oriental y occidental. Ha: Pajonal, matorral de *Loricaria*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Hypericum lancioides* Cuatrec.**

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3300-4300 m. Ha: Pajonal y matorral de *Loricaria*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

***Hypericum laricifolium* Juss.**

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3100- 3600 m. Ha: Límite inferior del pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Hypericum loxense* Benth.**

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3100- 3600 m. Ha: Límite inferior del pajonal. Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

***Hypericum loxense* subsp. *aequatoriale* (R. Keller) N. Robson**

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3100- 3600 m. Ha: Límite inferior del pajonal. Di: Autóctona (Subespecie endémica de Ecuador). GA: no evaluada (NE).

***Hypericum quitense* R. Keller**

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3200-3900 m, vertientes oriental y occidental. Ha: Pajonal, matorral. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador, registrada en los andes centro-sur). GA: LC (2011)
Type: Ecuador: Azuay: near Cuenca, Surucucho, Aug 1865 (fl)., Jameson 128, HT: W!; IT: K!; photos: F!, GH!, Endemic to Ecuador

Hypericum silenoides Juss.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3200-3850 m (vertiente oriental). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú). GA: n.a.

Hypericum sprucei N. Robson

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3200-4100 m. Ha: Pajonal, matorral, *Polylepis*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Iridaceae

2 géneros, 4 especies

Orthrosanthus: 1 especie

Orthrosanthus chimboracensis (Kunth) Baker

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200- 3700 m. Ha: Pajonal intervenido. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Sisyrinchium: 3 especies

Sisyrinchium jamesonii Baker

FB: Geófito rizomatoso. RA: 4000-4300 m. Ha: Pajonal intervenido. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Sisyrinchium palustre Diels

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-4200 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, humedal, matorral de *Loricaria ilinissae*. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Sisyrinchium tinctorium Kunth

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300- 3700 m. Ha: Pajonal intervenido. Di: Autóctona (Mesoamérica, Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Isoetaceae

1 género, 3 especies

Isoetes 3 especies

Isoetes andina Spruce ex Hook.

FB: Hidrohemicriptófito. RA: 3700-4200 m. Ha: bordes de lagunas y pantanos
Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela, Perú), sur del PNC. GA: n.a.

Isoetes killipii C.V. Morton

FB: Hidrohemicriptófito. RA: 3200-3500 m. Ha: bordes de lagunas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Guyana, Venezuela). GA: n.a.

Isoetes novo-granadensis H.P. Fuchs

FB: Hidrohemicriptófito. RA: 3700-4000 m. Ha: Humedales de *Distichia acicularis* y *Plantago rigida*, bordes de lagunas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Juncaceae

4 géneros, 10 especies

Distichia 2 especies (1 especie endémica)

Distichia acicularis Balslev & Læggaard

FB: Helohemicriptófito. RA: 3700-4100 m. Ha: Humedales parcialmente inundados. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2011)

Type: Ecuador: Azuay: Páramo de Soldados, 3700 m, 24 Oct 1984, Laegaard 53236, HT: AAU; IT: GB, K, NY, QCA, Ecuador

Distichia muscoides Nees & Meyen

FB: Helohemicriptófito. RA: 3700-4300 m. Ha: Humedales, tapices de *Plantago rigida*

Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Juncus 3 especies

Juncus arcticus Willd.

FB: Helogeófito. RA: 3600-3800 m (vertiente oriental). Ha: Humedales, borde de lagunas. Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Juncus ecuadoriensis Balslev

FB: Helogeófito. RA: 3200-3400 m (vertiente oriental). Ha: Pajonal intervenido y saturado. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Juncus stipulatus Nees & Meyen

FB: Helogeófito. RA: 3200-4200 m. Ha: Pajonal intervenido, humedales. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Luzula 4 especies

Luzula ecuadoriensis Balslev

FB: Caméfito graminoide. RA: 3200-3400 m (vertiente occidental). Ha: Pajonal.

Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Luzula gigantea Desv.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3400-3900 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Luzula racemosa Desv.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3200-3900 m. Ha: Humedales. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Luzula vulcanica Liebm.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3700-4000 m. Ha: Humedales. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú). GA: n.a.

Rostkovia: 1 especie

Rostkovia magellanica (Lam.) Hook. f.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3800-3900 m. Ha: Humedales, suelos semi-inundados.

Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, Malvinas, Nueva Zelanda, Perú). GA: n.a.

Familia: Juncaginaceae

1 género, 1 especie

Lilaea: 1 especie.

Lilaea scilloides (Poir.) Hauman

FB: Hidrogeófito. RA: 3800-4100 m. Ha: Lagunas, humedales inundados. Di: Autóctona (Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú, Estados Unidos). GA: n.a.

Familia: Lamiaceae

3 géneros, 5 especies

Clinopodium 2 especies

Clinopodium nubigenum (Kunth) Kuntze

FB: Hemicroptófito reptante. RA: 3200-4200 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Clinopodium tenellum (Epling) Harley

FB: Hemicroptófito reptante. RA: 3200-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Lepechinia 1 especie

Lepechinia heteromorpha (Briq.) Epling

FB: Nanofanerófito. RA: 3700-3800 m (vertiente occidental). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Stachys 2 especies

Stachys elliptica Kunth

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3700-3900 m. Ha: Humedales y tapices. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Stachys pusilla (Wedd.) Briq.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3700-3800 m. Ha: Humedales y tapices, pajonal (rara en el PNC). Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Lentibulariaceae

1 género, 1 especie

Pinguicula: 1 especie.

Pinguicula calytrata Kunth

FB: Hemicroptófito escapiforme. RA: 3100-3950 m. Ha: Pajonal húmedo, borde de quebradas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Loasaceae

2 géneros, 3 especies

Caiophora 1 especie

Caiophora contorta (Desr.) C. Presl

FB: Geófito escandente. RA: 3200- 3900 m. Ha: Pajonal, bosque intervenido. Di: Autóctona (Bolivia, Chile, Ecuador, Perú). GA: n.a

Nasa 2 especies (1 especie endémica en peligro crítico de extinción)

Nasa loxensis (Kunth) Weigend

FB: Caméfito sufruticoso. RA: Hasta 3500 m

Ha: Ecotono bosque-pajonal, bosque intervenido. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: VU B2ab(i-ii) (2011)

Nasa profundilobata (Werderm.) Weigend

FB: Caméfito sufruticoso. RA: Hasta 3700 m (vertiente occidental). Ha: Ecotono bosque-pajonal, bosque de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (Endémica de las provincias de Azuay y Cañar, Ecuador). GA: CR B1ab(iii)(2011)

Familia: Loranthaceae

2 géneros, 2 especies

Gaiadendron 1 especie

Gaiadendron punctatum (Ruiz & Pav.) G. Don

FB: Microfanerófito/ hemiparásito. RA: Hasta 3700 m. Ha: Páramo arbustivo de *Chuquiraga jussieui* o *Arcytophyllum vernicosum*. Di: Autóctona (Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guayana, Nicaragua, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Tristerix: 1 especie

Tristerix longibracteatus (Desr.) Barlow & Wiens

FB: Caméfito fruticoso/ hemiparásito. RA: Hasta 3900 m. Ha: Matorral, bosque de *Polylepis lanuginosa*, páramo arbustivo de *Chuquiraga jussieui*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Lycopodiaceae

2 géneros, 18 especies

Lycopodium 4 especies

Lycopodium clavatum L.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-3850 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Lycopodium jussiaei Desv. ex Poir.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-4000 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Mesoamérica, Sudamérica). GA: n.a.

Lycopodium magellanicum (P. Beauv.) Sw.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3500-4300 m. Ha: Pajonal intervenido y abierto, bordes de caminos. Di: Autóctona (Caribe, Costa Rica, Sudamérica). GA: n.a.

Lycopodium vestitum Desv. ex Poir.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-3500 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Phlegmariurus 14 especies (4 especies endémicas)

Phlegmariurus capellae (Herter) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-4000 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Phlegmariurus columnaris (B. Øllg.) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-4000 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Phlegmariurus compactus (Hook.) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300-4100 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Phlegmariurus crassus (Humb. & Bonpl. ex Willd.) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3500-4200 m. Ha: humedal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Phlegmariurus eversus (Poir.) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-3900 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Phlegmariurus hippurideus (H. Christ) B.Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3800-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Centroamérica, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Phlegmariurus hypogaeus (B. Øllg.) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-4300 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Phlegmariurus hystrix (Herter) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-4200 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Phlegmariurus lindenii (Spring) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3500-4300 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Phlegmariurus polydactylus (B. Øllg.) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3500-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: NT (2011)

Phlegmariurus polylepidetorum (B. Øllg.) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3500-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Phlegmariurus rufescens (Hook.) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3500-4300 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Phlegmariurus scabridus (B. Øllg.) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3400-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Phlegmariurus talpiphilus (B. Øllg.) B. Øllg.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3400-3700 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador). GA: VU D2 (2011)

Familia: Malvaceae

1 género, 1 especie endémica

Nototriche 1 especie endémica de Ecuador

Nototriche hartwegii A.W. Hill

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 4100-4450 m (cumbre). Ha: Rocas y suelos arenosos, pajonal abierto. Rara Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: EN B1ab(iii) (2011)

Sin: *Nototriche jamesonii* A.W. Hill

Familia: Melastomataceae

2 géneros, 12 especies

Brachyotum 5 especies endémicas de Ecuador

Brachyotum alpinum Cogn.

FB: Nanofanerófito. RA: 3200- 4000 m (vertiente oriental). Ha: bosque de *Polylepis*., crece sobre suelos rocosos, rara en PNC. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: LC (2011).

Brachyotum confertum (Bonpl.) Triana

FB: Nanofanerófito. RA: 3100-3600 m. Ha: Matorral, ecotono bosque-pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: LC (2011).

Brachyotum fraternum Wurdack

FB: Nanofanerófito. RA: 3400 (v. oriental) - 3700 m (vertiente occidental). Ha: Matorral, ecotono bosque-pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador).

GA: VU B1ab(iii) (2011).

Brachyotum gleasonii Wurdack

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-3600 m. Ha: Pajonal intervenido, borde de bosques de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011).

Brachyotum jamesonii Triana

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-4000 m. Ha: Pajonal, matorrales de *Arcytophyllum*, borde de bosques de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Miconia 7 especies (2 especies endémicas)

Miconia bracteolata (Bonpl.) DC.

FB: Microfanerófito. RA: 3100- 3800 m. Ha: Límite inferior del pajonal, matorral. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Miconia chionophila Naudin

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3800-4200 m. Ha: Pajonal conservado, matorrales de *Gynoxys* y *Loricaria*, bosques de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Miconia crocea (Desr.) Naudin

FB: Microfanerófito. RA: Hasta 3700 m. Ha: Ecotono bosque-pajonal, bosque de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Miconia huigrensis Wurdack

FB: Nanofanerófito. RA: Hasta 3500 m (vertiente occidental). Ha: Ecotono bosque-pajonal, bosque de *Polylepis lanuginosa*, rara en PNC. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1a-b(iii) (2011)

Miconia pernettifolia Triana

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3400- 4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011).

Miconia rotundifolia (D. Don) Naudin

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3800- 4000 m. Ha: Pajonal, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Miconia salicifolia Naudin

FB: Microfanerófito. RA: 3200-4000 m. Ha: bosques de *Polylepis*, matorrales de *Gynoxys* y *Chusqueira*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Montiaceae

1 género, 1 especie

Calandrinia: 1 especie.

Calandrinia acaulis Kunth

FB: Hemisporófito rosulado. RA: 4000- 4400 m. Ha: Rocas, suelos arenosos. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Myricaceae

1 género, 2 especies

Morella: 2 especies.

Morella parvifolia (Benth.) Parra-Os

FB: Microfanerófito. RA: 3200-3600 m. Ha: Límite inferior pajonal, matorrales. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Sin: *Myrica parvifolia* Benth.

Morella pubescens (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur

FB: Microfanerófito. RA: 3200-3500 m. Ha: Límite inferior pajonal, matorrales. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Nyctaginaceae

1 género, 1 especie

Colignonia: 1 especie.

Colignonia glomerata Griseb.

FB: Diateinoliana. RA: 3200-3500 m (vertiente occidental). Ha: Límite inferior pajonal, bosque de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Onagraceae

3 géneros, 5 especies

Epilobium 1 especie

Epilobium denticulatum Ruiz & Pav.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-4200 m (vertiente oriental). Ha: bosque de *Polylepis reticulata*, caminos. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Fuchsia 3 especies (1 especie endémica)

Fuchsia ayavacensis Kunth

FB: Nanofanerófito. RA: Hasta 3400 m. Ha: Límite entre bosque altoandino y pajonal. Di: Autóctona (Ecuador y Perú). GA: n.a.

Fuchsia loxensis Kunth

FB: Nanofanerófito. RA: Hasta 3600 m. Ha: Límite inferior pajonal, borde de bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: LC (2011).

Fuchsia vulcanica André

FB: Nanofanerófito. RA: Hasta 3600 m. Ha: Límite inferior pajonal, borde de bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia y Ecuador). GA: n.a.

Oenothera 1 especie

Oenothera epilobiifolia Kunth

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3700 - 3900 m (vertiente oriental). Ha: Matorral de *Chuquiraga*, pajonal, sobre suelo superficial. Di: Autóctona (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Ophioglossaceae

1 género, 1 especie

Ophioglossum: 1 especie.

Ophioglossum crotalophoroides Walter

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3800-4000 m. Ha: Pajonal conservado, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (América). GA: n.a.

Familia: Orchidaceae

9 géneros, 15 especies

Aa 3 especies

Aa colombiana Schltr.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 4000-4300 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: CITES Appendix II (2003)

Aa denticulata Schltr.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3800-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: CITES Appendix II (2003)

Aa maderoi Schltr.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3700-4300 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: CITES Appendix II (2003)

Altensteinia: 1 especie

Altensteinia fimbriata Kunth

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300-4000 m. Ha: Matorral de *Arcytophyllum vernicosum*, pajonal abierto, sobre sustrato rocoso. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: CITES Appendix II (2003).

Crocodeilanthus: 1 especie

Crocodeilanthus patula Luer

FB: Radicoepífita. RA: 3200-3500 m. Ha: Matorral en límite con bosque andino. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador). GA: CITES Appendix II (2003).

Elleanthus: 1 especie

Elleanthus ventricosus Schltr.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-3500 m. Ha: Matorral en límite con bosque andino. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: CITES Appendix II (2003).

Epidendrum 3 especies (1 especie endémica)

Epidendrum scabrum Ruiz & Pav.

FB: Radicoepífita. RA: 3200-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: CITES Appendix II (2003).

Epidendrum serpens Lindl.

FB: Radicoepífita. RA: 3200-3800 m. Ha: Matorral abierto. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: CITES Appendix II (2003).

Epidendrum tenuicaule F. Lehm. & Kraenzl.

FB: Radicoepífita. RA: 3200-3900 m. Ha: bosque de *Polylepis*, matorrales de *Arcytophyllum vernicosum*, rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: LC (2011), CITES Appendix II (2003)

Gomphichis: 2 especies

Gomphichis macbridei C. Schweinf.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300-3600 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: CITES Appendix II (2003).

Gomphichis valida Rchb. f.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300-3600 m. Ha: bosque de *Polylepis*, pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: CITES Appendix II (2003).

Oncidium: 1 especie

Oncidium pentadactylon Lindl.

FB: Radicoepífita. RA: Hasta 3400 m (subcuenca Angas). Ha: bosque de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: CITES Appendix II (2003).

Pleurothallis 2 especies

Pleurothallis coriacardia Rchb. f.

FB: Radicoepífita. RA: 3600-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: CITES Appendix II (2003).

Pleurothallis laevigata Lindl.

FB: Radicoepífita. RA: 3300-3500 m. Ha: Matorral abierto. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: CITES Appendix II (2003).

Pterichis: 1 especie

Pterichis parvifolia (Lindl.) Schltr.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3200- 4000 m. Ha: Pajonal abierto, sobre suelos húmedos. Di: Autóctona (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú). GA: CITES Appendix II (2003).

Familia: Orobanchaceae

3 géneros, 13 especies

Bartsia 7 especies

Bartsia crisafullii N.H. Holmgren

FB: Hemicriptófito escapiforme/ hemiparásito. RA: 3300- 4100 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Bartsia flava Molau

FB: Hemicriptófito escapiforme/ hemiparásito. RA: 3100- 3500 m. Ha: Límite inferior del pajonal, rara en PNC. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Bartsia laticrenata Benth.

FB: Hemicriptófito escapiforme/ hemiparásito. RA: 3700- 4400 m. Ha: Pajonal, rocas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Bartsia melampyroides (Kunth) Benth.

FB: Hemicriptófito escapiforme, hemiparásito. RA: 3700- 3900 m (vertiente occidental). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Bartsia orthocarpiflora Benth.

FB: Hemicriptófito escapiforme/ hemiparásito. RA: 3500- 4000 m. Ha: Pajonal, matorrales de *Archyllum vernicosum*, sobre rocas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Bartsia pedicularoides Benth.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3600- 4300 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, de la cual es hemiparásita. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Bartsia stricta (Kunth) Benth.

FB: Hemicriptófito escapiforme, hemiparásito. RA: 3800- 4400 m. Ha: Matorrales de *Loricaria ilinissae*, pajonal, rocas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Castilleja 5 especies (1 especie endémica)

Castilleja ecuadorensis N.H. Holmgren

FB: Hemicriptófito escapiforme, hemiparásito. RA: 3500- 3950 m. Ha: Matorrales de *Loricaria ilinissae*, pajonal, rocas. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Castilleja fissifolia L. f.

FB: Hemicriptófito, hemiparásito. RA: 3500- 4200 m. Ha: Pajonal intervenido, matorrales de *Loricaria ilinissae*, rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Castilleja nubigena Kunth

FB: Hemicriptófito escapiforme/ hemiparásito. RA: 3800- 4100 m. Ha: Humedales, tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: LC (2004).

Castilleja pumila (Benth.) Wedd.

FB: Hemicriptófito escapiforme, hemiparásito. RA: 3800- 4100 m. Ha: Humedales, tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Castilleja virgata (Wedd.) Edwin

FB: Hemicriptófito escapiforme, hemiparásito. RA: 3200- 4200 m. Ha: Pajonal húmedo, quebradas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Pedicularis: 1 especie

Pedicularis incurva Benth.

FB: Hemicriptófito escapiforme/ hemiparásito. RA: 3200- 4200 m. Ha: Pajonal, matorrales de *Loricaria ilinissae*, sobre suelos húmedos. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Oxalidaceae

1 género, 2 especies

Oxalis 2 especies

Oxalis lotoides Kunth

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3300- 3850 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Oxalis phaeotricha Diels

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3500- 3800 m. Ha: bosque de *Polylepis*, pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Passifloraceae

1 género, 4 especies

Passiflora 4 especies (1 especie endémica)

Passiflora ampullacea (Mast.) Harms

FB: Estrepanoliana. RA: 3100- 3500 m. Ha: Ecotono bosque-pajonal, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Passiflora cumbalensis (H. Karst.) Harms

FB: Estrepanoliana. RA: Hasta 3100- 3900 m. Ha: Ecotono bosque-pajonal, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Passiflora mathewsii (Mast.) Killip

FB: Estrepanoliana. RA: hasta 3100- 3600 m. Ha: Ecotono bosque-pajonal, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Passiflora tripartita (Juss.) Poir.

FB: Estrepanoliana. RA: hasta 3100- 3600 m. Ha: Ecotono bosque-pajonal, matorrales. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Piperaceae

1 género, 6 especies

Peperomia 6 especies (1 especie endémica)

***Peperomia galioides* Kunth**

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300- 3800 m. Ha: Límite inferior pajonal, bosque de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Peperomia guttulata* Sodiro**

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3300-3500 m. Ha: bosque de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (endémica de Ecuador). GA: NT (2011).

***Peperomia hartwegiana* Miq.**

FB: Hemicriptófito reptante/Nesoepífita. RA: 3300- 4000 m. Ha: Matorrales, bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Peperomia hispidula* (Sw.) A. Dietr.**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3300-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis reticulata*. Di: Autóctona (Caribe, Mesoamérica, Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Suriname, Uruguay, Venezuela). GA: n.a.

***Peperomia hispiduliformis* Trel.**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3300-3700 m. Ha: bosque de *Polylepis reticulata*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Ecuador, México, Panamá). GA: n.a.

***Peperomia rotundata* Kunth**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3100- 3400 m. Ha: Ecotono bosque-pajonal, bosque de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Plantaginaceae

4 géneros, 10 especies

Callitriche 1 especie

***Callitriche heterophylla* Pursh**

FB: Hidrohemicriptófito. RA: 3500- 3700 m. Ha: Riachuelos, en agua corriente. Di: Autóctona (América). GA: n.a.

Ourisia 2 especies

***Ourisia chamaedrifolia* Benth.**

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3900- 4400 m. Ha: Rocas, en las cumbres. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Ourisia muscosa* Wedd.**

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3900- 4400 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Plantago 6 especies

***Plantago australis* Lam.**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3500- 3900 m. Ha: Pajonal, zonas intervenidas. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Estados Unidos, Uruguay, Venezuela). GA: n.a.

***Plantago linearis* Kunth**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3200- 3900 m. Ha: Pajonal, sobre suelo saturado.
Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Guatemala, México, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Plantago major* L.**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3300- 3900 m. Ha: Pajonal intervenido, senderos.
Di: Alóctona (cosmopolita). GA: n.a.

***Plantago rigida* Kunth**

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3600- 4100 m. Ha: Valles húmedos, borde de lagunas, humedales, frecuentemente es especie dominante, que forma tapices o almohadillas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a

***Plantago sericea* Ruiz & Pav.**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3600- 4100 m. Ha: Pajonal, humedales intervenidos
Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Plantago tubulosa* Decne.**

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3700-4000 m. Ha: Humedales, borde de lagunas. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, México, Perú). GA: n.a

***Sibthorpia* 1 especie**

***Sibthorpia repens* (L.) Kuntze**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3400- 4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*, pajonal, en sombra. Di: Autóctona (Mesoamérica, Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a

Familia: Poaceae

24 géneros, 63 especies

***Aciachne* 2 especies**

***Aciachne flagellifera* Læggaard**

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3800- 4300 m. Ha: pajonal, matorral de *Loricaria ilinissae*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

***Aciachne pulvinata* Benth.**

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3700- 4300 m. Ha: Pajonal, matorral de *Loricaria ilinissae*, rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a

***Agrostis* 9 especies**

***Agrostis breviculmis* Hitchc.**

FB: Hemicriptófito caespitoso RA: 3500- 4300 m. Ha: Humedales, tapices de *Plantago rigida*, pajonales intervenidos. Di: Autóctona y cosmopolita (Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Agrostis capillaris* L.**

FB: Hemicriptófito caespitoso RA: 3400-3500 m. Ha: Pajonal intervenido, rara en PNC. Di: Alóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Agrostis foliata Hook. f.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3900- 4300 m (cumbre). Ha: Pajonal húmedo, matorrales de *Loricaria ilinissae*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Agrostis gigantea Roth

FB: Hemicriptófito rizomatoso. RA: 3300- 3400 m. Ha: Pajonal intervenido, senderos. Ha: Pajonal. Di: Alóctona (cosmopolita). GA: n.a.

Agrostis haenkeana Hitchc.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3800- 3900 m (Osohuayco). Ha: Pajonal húmedo. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Agrostis mertensii Trin.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3700- 4200 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, Pajonal. Di: Autóctona (América del Norte y del Sur). GA: n.a.

Agrostis perennans (Walter) Tuck.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3300- 4100 m. Ha: Pajonal abierto, matorral. Di: Autóctona (América del Norte, Centro y Sur). GA: n.a.

Agrostis tolucensis Kunth

FB: Caméfito graminoide. RA: 3700- 4200 m. Ha: Pajonal, matorral sobre rocas, humedales. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Agrostis trichodes (Kunth) Roem. & Schult.

FB: Caméfito graminoide. RA: Caméfito graminoide. RA: 4100- 4200 m. Ha: Rocas (escasos registros en PNC). Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Aira 1 especie

Aira caryophyllea L.

FB: Terófito cespitoso. RA: 3400- 4100 m. Ha: Cerca de caminos y carreteras. Di: Alóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Anthoxanthum 1 especie

Anthoxanthum odoratum L.

FA: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3900-4000 m. Ha: Pajonal intervenido (quemado). Di: Alóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Brachypodium 1 especie

Brachypodium mexicanum (Roem. & Schult.) Link

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3400-3500 m. Ha: Pajonal, senderos. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Honduras, México, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Bromus 3 especies

Bromus catharticus Vahl

FB: Terófito cespitoso. RA: 3200- 4200 m. Ha: Pajonal, pastizales. Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Bromus lanatus Kunth

FB: Terófito cespitoso. RA: 3200- 4200 m. Ha: borde de charcos y lagunas, pajonal, tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay, Venezuela). GA: n.a.

Bromus pitensis Kunth

FB: Terófito cespitoso. RA: Hasta 3900 m. Ha: Pastizales abiertos, humedales intervenidos. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay, Venezuela). GA: n.a.

Calamagrostis 14 especies (3 especies endémicas)

Calamagrostis aurea (Munro ex Wedd.) Hack. ex Sodiro

FB: Caméfito graminoide. RA: 4200-4450 m. Ha: Rocas y suelo arenoso (cumbres). Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: NT (2011)

Calamagrostis bogotensis (Pilg.) Pilg.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3700-4100 m. Ha: Pajonal, sobre suelos húmedos. Di: Autóctona (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.
Sin: *Calamagrostis nuda* (Pilg.) Pilg.

Calamagrostis coarctata Eaton

FB: Caméfito graminoide. RA: 3100- 3450 m. Ha: borde de carretera. Di: Alóctona (América del Norte). GA: n.a.

Calamagrostis ecuadoriensis Lægaard

FB: Caméfito graminoide. RA: 3900-4000 m. Ha: Pajonal (raro en el PNC). Di: Autóctona (Endémica del Ecuador). GA: LC (2011).

Calamagrostis fibrovaginata Lægaard

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3700 – 4300 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, zonas húmedas. Di: Autóctona (Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Calamagrostis intermedia (J. Presl) Steud.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3600 – 4300 m. Ha: Pajonal, donde es la especie dominante, asociada a *Festuca subulifolia*. Di: Autóctona (Mesoamérica, Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Calamagrostis jamesonii Steud.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3700 – 4200 Ha: Tapices de *Plantago rigida*, zonas húmedas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Calamagrostis ligulata (Kunth) Hitchc.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3750 – 4300 m. Ha: Rocas, matorrales de *Loricaria*, humedales. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Calamagrostis macrophylla (Pilg.) Pilg.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3300 – 3800 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Calamagrostis podophora Pilg.

FB: Caméfito graminoide. RA: 4300–4400 m (cumbre). Ha: Matorral de *Loricaria ilinissae*, rocas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Calamagrostis recta (Kunth) Trin. ex Steud.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3600 – 4100 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Calamagrostis rigida (Kunth) Trin. ex Steud.

FB: Caméfito graminoide. GA: 3600–4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Calamagrostis steyermarkii Swallen

FB: Caméfito graminoide. RA: 3750 – 4150 m. Ha: Pajonal denso, sin disturbios. Di: Autóctona (Endémica de Azuay y Cañar, Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)
Type: Ecuador: Azuay: paramos, in vicinity of Toreador, between Molleturo and Quinoas, 3810-3930 m, 15 Jun 1943, Steyermark 53195, HT: US, Ecuador

Calamagrostis teretifolia Lægaard

FB: Caméfito graminoide. RA: 4300 – 4400 m. Ha: Rocas (rara en PNC). Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU D2 (2011)

Chascolytrum 1 especie

Chascolytrum monandrum (Hack.) Essi, Longhi-Wagner & Souza-Chies

FB: Terófito cespitoso. RA: 3400- 3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a

Cortaderia 4 especies

Cortaderia bifida Pilg.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3700 – 4200 m (Osohuayco). Ha: Pajonal y matorrales húmedos, humedales. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Cortaderia hapalotricha (Pilg.) Conert

FB: Caméfito graminoide. RA: 3500 – 4100 m. Ha: Rocas y matorrales de *Arcytophyllum*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Cortaderia nitida (Kunth) Pilg

FB: Caméfito graminoide. RA: 3700 – 4100 m. Ha: Pajonal húmedo. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Cortaderia sericantha (Steud.) Hitchc.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3600 – 4200 m. Ha: Humedales y tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Dactylis 1 especie

Dactylis glomerata L.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: Hasta 4000 m. Ha: Caminos y carreteras. Di: Alóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Elymus: 1 especie

Elymus cordilleranus Davidse & R.W. Pohl

FB: Caméfito graminoide. RA: 3300-3700 m. Ha: Pajonal, lugares intervenidos. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Eragrostis: 1 especie

Eragrostis tenuifolia (A. Rich.) Hochst. ex Steud.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3500-3600 m. Ha: Senderos, pajonal intervenido. Di: Alóctona (cosmopolita). GA: n.a.

Festuca 4 especies (1 especie endémica)

Festuca asplundii E.B. Alexeev

FB: Caméfito graminoide. RA: 4000-4300 m. Ha: Pajonal húmedo. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Festuca imbaburensis Stančík

FB: Caméfito graminoide. RA: 4200-4400 m. Ha: Matorral de *Loricaria ilinissae*, pajonal de baja altura. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Festuca parciflora Swallen

FB: Caméfito graminoide. RA: 3800-4000 m. Ha: Pajonal húmedo, tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Endémica de Azuay y Loja, Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)
Type: Ecuador: Azuay: páramos, in vicinity of Toreador, between Molleturo and Quinoas, 3810-3930 m, 15 Jun 1943, J. A. Steyermark 53092, HT: US-1911635, Ecuador

Festuca subulifolia Benth.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3600 – 4200 m. Ha: Pajonal, donde es la especie codominante, asociada a *Calamagrostis intermedia*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Holcus 1 especie

Holcus lanatus L.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: Hasta 3500 m. Ha: Pajonal, borde de carretera. Di: Alóctona (cosmopolita). GA: n.a.

Muhlenbergia: 1 especie

Muhlenbergia ligularis (Hack.) Hitchc.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3600-3800 m. Ha: Pajonal intervenido. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Nassella 2 especies

Nassella inconspicua (J. Presl) Barkworth

FB: Caméfito graminoide. RA: 3300-3800 m (vertiente occidental). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Nassella pubiflora (Trin. & Rupr.) E. Desv.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3300-3500 m. Ha: Ecotono bosque-pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Neurolepis 2 especies (1 especie endémica)

Neurolepis aristata (Munro) Hitchc.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3800 – 4100 m. Ha: Pajonal húmedo. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Neurolepis villosa L.G. Clark

FB: Caméfito graminoide. RA: 3800 – 4300 m. Ha: Pajonal húmedo, matorral de *Loricaria ilinissae*. Di: Autóctona (Endémica del sur de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Type: Ecuador: Azuay: Páramo de Las Cajas W of Cuenca, 4000-4150 m, 2 Sep 1984, S. Laegaard 52884, HT: QCA; IT: AAU, QCNE, Ecuador

Ortachne 1 especie

Ortachne erectifolia (Swallen) Clayton

FB: Caméfito graminoide. RA: 3600–4150 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Paspalum 1 especie

Paspalum bonplandianum Flüggé

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3300–4000 m. Ha: Pajonal intervenido. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Piptochaetium 2 especies

Piptochaetium indutum Parodi

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3600-3700 m (vertiente occidental). Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Piptochaetium panicoides (Lam.) E. Desv.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3600-3700 m (vertiente occidental). Ha: Pajonal.

Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Uruguay, Venezuela). GA: n.a.

Poa 5 especies (1 especie endémica)

Poa annua L.

FB: Terófito cespitoso. RA: 3100- 4100 m. Ha: Borde de carretera, caminos en pajonal y *Polylepis*. Di: Alóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Poa cucullata Hack.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 4000-4400 m (cumbres). Ha: Rocas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Poa paramoensis Lægaard

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3700-4300 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: LC (2011)

Type: Ecuador: Prov. Azuay: Páramo de las Cajas W of Cuenca, 79°4'W 02°47'S, 4000-4150 m, 2 Sept 1984, Laegaard 52843, HT: QCA; IT: AAU, MO, QCNE, S, US, Ecuador

Poa pauciflora Roem. & Schult.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3700-4200 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Poa subspicata (J. Presl) Kunth

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3300-4300 m. Ha: Pajonal, rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Puccinellia 1 especie

Puccinellia frigida (Phil.) I.M. Johnst.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3700-3800 m. Ha: Humedales y tapices de *Plantago rigida*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Stipa 2 especies

Stipa hans-meyeri Pilg.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3400- 4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Costa Rica, Ecuador, Perú). GA: n.a

Stipa rosea Hitchc.

FB: Caméfito graminoide. RA: 3500-4200 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Trisetum 2 especies

Trisetum irazuense (Kuntze) Hitchc.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3400-4200 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Mesoamérica, Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Trisetum spicatum (L.) K. Richt.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3400-3800 m. Ha: Pajonal. Di: Alóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Familia: Polygalaceae

1 género, 3 especies

Monnina 3 especies

Monnina crassifolia (Bonpl.) Kunth

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-4100 m. Ha: Pajonal, matorrales de *Arcytophyllum vernicosum*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Type: Habitat in montibus frigidis prope Cuencam (Lassuage), Ecuador

Monnina ligustrifolia Kunth

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-3850 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Monnina revoluta (Bonpl.) Kunth

FB: Nanofanerófito. RA: 3500-4100 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Familia: Polygonaceae

3 géneros, 6 especies

Muehlenbeckia 3 especies

Muehlenbeckia andina Brandbyge

FB: Diateinoliana. RA: 3400-3600 m. Ha: Pajonal, rara en el PNC. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Muehlenbeckia tamnifolia (Kunth) Meisn.

FB: Diateinoliana. RA: Hasta 3300-3500 m. Ha: Ecotono bosque-pajonal. Di: Autóctona (Mesoamérica, Argentina, Bolivia, Colombia, Ecuador, Paraguay, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Muehlenbeckia volcanica (Benth.) Endl.

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3800-4100 m. Ha: Pajonal, rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Polygonum 1 especie

Polygonum hydropiperoides Michx.

FB: Helohemicriptófito. RA: Hasta 3100-3800 m. Ha: borde de lagunas y charcos, humedales. Di: Autóctona (América del Norte, Centro y Sur). GA: n.a.

Rumex 2 especies

Rumex acetosella L.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: Hasta 4000 m. Ha: Pajonal intervenido. Di: Alóctona: (cosmopolita). GA: n.a.

Rumex tolimensis Wedd.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3700-4400 m. Ha: Pajonal húmedo, borde de cursos de agua, rocas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: LC (2016).

Familia: Polypodiaceae

4 géneros, 11 especies

Campyloneurum 4 especies

Campyloneurum amphostenon (Kunze ex Klotzsch) Fée

FB: Radicoepífito. RA: 3100-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Caribe, Centroamérica, Sudamérica). GA: n.a.

Campyloneurum angustifolium (Sw.) Fée

FB: Radicoepífito. RA: 3100-4300 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (América). GA: n.a.

Campyloneurum asplundii (C. Chr.) Ching

FB: Radicoepífito. RA: hasta 3800 m. Ha: bosque de *Polylepis lanuginosa*, límite inferior pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Campyloneurum solutum (Klotzsch) Fée

FB: Radicoepífito. RA: 3300-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Sudamérica). GA: n.a.

Melpomene 2 especies

Melpomene moniliformis (Lag. ex Sw.) A.R. Sm. & R.C. Moran

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3400-4100 m. Ha: matorral de *Arcytophyllum vernicosum*
Di: Autóctona (Bolivia, Brasil, Caribe, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Melpomene pseudonutans (Christ & Rosenst.) A.R. Sm. & R.C. Moran

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3600-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Pecluma 1 especie

Pecluma curvans (Mett.) M.G. Price

FB: Geófito rizomatoso/Radicoepífito. RA: 3100- 3700 m. Ha: taludes, bordes de caminos y de bosque *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú, Colombia). GA: n.a.

Pleopeltis 1 especie

Pleopeltis macrocarpa (Bory ex Willd.) Kaulf.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3100- 3500 m. Ha: Matorrales de *Chuquiraga* y *Diplostephium*. Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Polypodium 3 especies

Polypodium buchtienii Christ & Rosenst.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Caribe, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Polypodium mindense Sodiro

FB: Radicoepífito. RA: 3400-3900 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: LC (2011)

Polypodium murorum Hook.

FB: Geófito rizomatoso/Radicoepífito. RA: 3300-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*.
Di: Autóctona (Caribe, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Potamogetonaceae

1 género, 3 especies

Potamogeton 3 especies

Potamogeton filiformis Pers.

FB: Hidrogeófito. RA: 3800-3900 m. Ha: Borde de riachuelos y lagunas. Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Potamogeton illinoensis Morong

FB: Hidrogeófito. RA: 3400-3900 m. Ha: Lagunas y riachuelos, sumergida. Di: Autóctona (América del norte, centro y sur). GA: n.a.

Potamogeton paramoanus R.R. Haynes & Holm-Niels.

FB: Hidrogeófito. RA: 3700-4000 m. Ha: Lagunas, charcos, riachuelos, sumergida. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Primulaceae

1 género, 1 especie

Myrsine dependens (Ruiz & Pav.) Spreng.

FB: Nanofanerófito/ Microfanerófito. RA: 3200-3700 m. Ha: Límite inferior pajonal, bosque de *Polylepis lanuginosa* (vertiente occidental). Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Proteaceae

2 géneros, 2 especies

Lomatia 1 especie

Lomatia hirsuta (Lam.) Diels

FB: Microfanerófito. RA: 3200 (vertiente oriental) 3500 m (vertiente occidental). Ha: Ecotono bosque-pajonal, matorral. Di: Autóctona (Argentina, Chile, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Oreocallis: 1 especie

Oreocallis grandiflora (Lam.) R. Br.

FB: Microfanerófito. RA: Hasta 3700 m. Ha: Bosque altoandino, ocasionalmente en el ecotono con pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia Pteridaceae

5 géneros, 11 especies

Adiantum 1 especie

Adiantum poiretii Wikstr.

FB: Geófito rizomatoso. RA: hasta 3500 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Cosmopolita). GA: n.a.

Cheilanthes: 1 especie

Cheilanthes bonariensis (Willd.) Proctor

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3300- 3500 m. Ha: pajonal. Di: Autóctona (América). GA: n.a.

Jamesonia 7 especies

Jamesonia alstonii A.F. Tryon

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3800-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Mesoamérica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Jamesonia boliviensis A.F. Tryon

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3600-4400 m. Ha: Matorrales de *Loricaria ilinissae*, rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador). GA: n.a.

Jamesonia cinnamomea Kunze

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-3900 m. Ha: Humedal, pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Jamesonia cheilanthoides (Sw.) Christenh.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Brazil, Ecuador, Perú, Colombia). GA: n.a.

Jamesonia flexuosa (Kunth) Christenh.

FB: Geófito rizomatoso. RA: hasta 3500 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela, Guyana). GA: n.a.

Jamesonia goudotii (Hieron.) C. Chr.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3700-4400 m. Ha: Matorrales de *Loricaria ilinissae*, rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Jamesonia hirta (Kunth) Christenh.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200- 4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Pteris 1 especie

Pteris muricata Hook.

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-3800 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Mesoamérica, Panamá). GA: n.a.

Vittaria: 1 especie

Vittaria moritziana Mett.

FB: Lacoepífito. RA: hasta 3500 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Venezuela, Perú, Guyana). GA: n.a.

Familia: Ranunculaceae

3 géneros, 8 especies

Oreithales 1 especie

Oreithales integrifolia (DC.) Schltldl.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3800-4000 m (Soldados). Ha: Pajonal intervenido, quemado. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Ranunculus 6 especies

Ranunculus flagelliformis Sm.

FB: Helohemicriptófito. RA: 3200-4000 m. Ha: Pantanos, charcos, borde lagunas. Di: Autóctona (América Central y Meridional). GA: n.a.

Ranunculus geranioides Humb., Bonpl. & Kunth ex DC.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3600-3900 m. Ha: Pajonal húmedo. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Ranunculus limoselloides Turcz.

FB: Hidrohemicriptófito. RA: 3600-3900 m. Ha: Lagunas bajas y charcos. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Ranunculus mandonianus Wedd.

FB: Hidrohemicriptófito. RA: 3500-4200 m (vertiente occidental). Ha: Riachuelos. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Ranunculus peruvianus Pers.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3700-4300 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, suelos encharcados. Di: Autóctona (Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Panamá, Perú). GA: n.a.

Ranunculus praemorsus Kunth ex DC.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3700-4100 m. Ha: Pajonal húmedo, bosques de *Polylepis*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Thalictrum: 1 especie

Thalictrum podocarpum Kunth ex DC.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: hasta 3600 m. Ha: Ecotono entre bosque altoandino y pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Rosaceae

8 géneros, 30 especies

Acaena 1 especie

Acaena ovalifolia Ruiz & Pav.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3700-4100 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, México, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Fragaria 1 especie

***Fragaria vesca* L**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3300-3800 m. Ha: Pajonal, cerca de caminos. Di: Alóctona y cultivada. GA: n.a.

***Geum* 1 especie**

***Geum peruvianum* Focke**

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3300-4000 m. Ha: Matorral, límite entre pajonal y *Polylepis*. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Hesperomeles* 1 especie**

***Hesperomeles obtusifolia* (Pers.) Lindl.**

FB: Nanofanerófito. RA: 3300-4100 m. Ha: Matorral de *Arcytophyllum vernicosum*, pajonal abierto, entre rocas. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

***Lachemilla* 17 especies (3 especies endémicas)**

***Lachemilla andina* (L.M. Perry) Rothm.**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3400-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Lachemilla angustata* Romol.**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3400-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (endémica de Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

***Lachemilla aphanoides* (Mutis ex L. f.) Rothm.**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3200-3600 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Lachemilla diplophylla* (Diels) Rothm.**

FB: Helohemicriptófito. RA: 3800-4000 m. Ha: bordes de lagunas y humedales. Di: Autóctona (Bolivia, Chile, Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Lachemilla galioides* (Benth.) Rothm.**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3600-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: NT.

***Lachemilla hirta* (L.M. Perry) Rothm.**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3300-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

***Lachemilla hispidula* (L.M. Perry) Rothm.**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3700- 4200 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, matorrales de *Loricaria ilinissae* y *Chuquiraga jussieui*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

***Lachemilla holosericea* (L.M. Perry) Rothm.**

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3700-4000 m. Ha: Matorrales de *Arcytophyllum vernicosum*, sobre rocas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Lachemilla jamesonii (L.M. Perry) Rothm.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3800-4000 m. Ha: Humedales y tapices de *Plantago rigida*.
Di: Autóctona (endémica de Ecuador). GA: NT (2011)

Lachemilla nivalis (Kunth) Rothm.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 4000-4300 m (Osohuayco, Tres Cruces). Ha: Matorrales de *Loricaria ilinissae*, sobre rocas. Zonas ventosas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Lachemilla orbiculata (Ruiz & Pav.) Rydb.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3200- 4000 m. Ha: Pajonales y humedales con pastoreo. Di: Autóctona (América septentrional, central y meridional). GA: n.a.

Lachemilla paludicola (Rothm.) Rothm.

FB: Hemicriptófito reptante / Helohemicriptófito. RA: 3700- 3800 m. Ha: borde de lagunas, humedales (rara en el PNC). Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Lachemilla pinnata (Ruiz & Pav.) Rothm.

FB: Hemicriptófito reptante. GA: 3600-4150 m (vertiente occidental). Ha: Humedal, bosque de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Colombia, Chile, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, México, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Lachemilla rivulorum (Rothm.) Rothm.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3700-4300 m. Ha: Humedales, pajonal húmedo
Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.
Sin: *Lachemilla holmgrenii* Rothm

Lachemilla rupestris (Kunth) Rothm.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3900-4300 m. Ha: Rocas, pajonal abierto y húmedo
Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU A4ac; B2ab(iii) (2011)

Lachemilla uniflora Maguire

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3800-4000 m. Ha: Humedal y tapices de *Plantago rigida*.
Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Lachemilla vulcanica (Schltdl. & Cham.) Rydb.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3700-3950 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Guatemala, México, El Salvador, Perú). GA: n.a.

Polylepis 5 especies (2 especies endémicas)

Nota: En los herbarios HA y QCA existen colecciones de 2 híbridos naturales (*P. incana x lanuginosa* y *P. incana x reticulata*)

Polylepis incana Kunth

FB: Microfanerófito/ Mesofanerófito. RA: 3300-4200 m (norte del PNC). Ha: Rodales de *Polylepis* ubicados en las riberas de cursos de agua, pendientes pronunciadas sobre suelos rocosos.
Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: VU A1acd (1998)

Polylepis lanuginosa Kunth

FB: Microfanerófito. RA: 3200-3700 m (vertiente occidental). Ha: Límite inferior del páramo, suelos superficiales con fuertes pendientes y expuestos a vientos. Di: Autóctona (endémica del Ecuador). GA: VU B1ab(iii) (2011)

Polylepis racemosa Ruiz & Pav.

FB: Microfanerófito. RA: 3500-4000 m (límites externos del PNC). Ha: Cercos en casas, bordes de carretera. Di: Alóctona (Bolivia y Perú, cultivada en Ecuador). GA: VU A1c (2006)

Polylepis reticulata Hieron.

FB: Microfanerófito. RA: 3300-4200 m. Ha: Bosquetes, sobre suelos rocosos y con agua corriente. Di: Autóctona (Endémica de Ecuador). GA: VU A4c (2011)

Polylepis weberbaueri Pilg.

FB: Microfanerófito. RA: 3200-3900 m (Soldados, zona sur del PNC). Ha: Bosquetes cerca de ríos y cursos de agua. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: VU A1acd (1994)

Potentilla 1 especie

Potentilla dombeyi Nestl.

FB: Hemicriptófito reptante. RA: 3700-4000 m. Ha: Pajonal, matorrales de *Arcytophyllum vernicosum*. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Rubus 3 especies

Rubus coriaceus Poir.

FB: Nanofanerófito. RA: 3300-4000 m. Ha: Bosque de *Polylepis*, matorrales. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: EN B1ab(i) (2001).

Rubus glabratus Kunth

FB: Nanofanerófito. RA: 3400-3700 m. Ha: Bosque de *Polylepis*, matorrales. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: VU B1ab(i) (2001).

Rubus nubigenus Kunth

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-3600 m. Ha: Matorrales, bosque altoandino, pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Rubiaceae

3 géneros, 12 especies

Arcytophyllum 7 especies

Arcytophyllum capitatum (Benth.) K. Schum.

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Arcytophyllum ciliolatum Standl.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3300-3800 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Arcytophyllum filiforme (Ruiz & Pav.) Standl.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3300-4400 m. Ha: Pajonal, matorral, bordes de caminos, bosque

de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Arcytophyllum rivetii Danguy & Cherm.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3300- 3800 m (vertiente occidental). Ha: Ecotono entre bosque altoandino y pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Arcytophyllum setosum (Ruiz & Pav.) Schltld.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3700-4200 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Arcytophyllum thymifolium (Ruiz & Pav.) Standl.

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3300- 3600 m. Ha: Límite entre bosque de *Polylepis lanuginosa* y pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Arcytophyllum vernicosum Standl.

FB: Nanofanerófito. RA: 3200-4100 m. Ha: Especie dominante en matorrales de baja altura, sobre suelos pedregosos y pendientes, pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Galium 4 especies

Galium canescens Kunth

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3700 -3800 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona. (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Galium corymbosum Ruiz & Pav.

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3500-3900 m. Ha: Pajonal, suelo rocoso. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Galium hypocarpium (L.) Endl. ex Griseb.

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3200-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*, pajonal denso. Di: Autóctona (Caribe, Mesoamérica, Sudamérica). GA: n.a.

Galium obovatum Kunth

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3200-3700 m. Ha: Pajonal a baja altitud, bosque altoandino. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Nertera 1 especie

Nertera granadensis (Mutis ex L. f.) Druce

FB: Caméfito fruticoso. RA: 3300-3800 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, turberas, pantanos. Di: Autóctona (cosmopolita). GA: n.a.

Familia: Santalaceae

1 género, 2 especies

Cervantesia 2 especies

Cervantesia bicolor Cav.

FB: Microfanerófito /hemiparásito. RA: 3500-4000 m. Ha: Matorrales. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Cervantesia tomentosa Ruiz & Pav.

FB: Nanofanerófito /hemiparásito. RA: 3100- 3600 m. Ha: Matorrales. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Saxifragaceae

1 género, 1 especie

Saxifraga magellanica Poir.

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 4100-4400 m. Ha: Matorrales de *Loricaria ilinissae*, humedales, rocas. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Scrophulariaceae

2 géneros, 3 especies

Alonsoa 1 especie

Alonsoa meridionalis (L. f.) Kuntze

FB: Hemicriptófito escapiforme. RA: 3200-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Mesoamérica, Bolivia, Colombia, Chile, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Buddleja: 2 especies

Buddleja americana L.

FB: Microfanerófito. RA: hasta 3600 m. Ha: Bosque altoandino, matorrales abiertos. Di: Autóctona (Mesoamérica, Caribe, Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Buddleja incana Ruiz & Pav.

FB: Microfanerófito. RA: hasta 3700 m. Ha: Bosque altoandino, matorrales abiertos. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Solanaceae

4 géneros, 6 especies

Salpichroa 1 especie

Salpichroa diffusa Miers

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3200- 3500 m. Ha: Ecotono entre bosque altoandino y pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Saracha 1 especie

Saracha quitensis (Hook.) Miers

FB: Microfanerófito. RA: 3200- 3600 m. Ha: formaciones leñosas de paso del bosque altoandino al pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Sessea 1 especie

Sessea crassivenosa Bitter

FB: Microfanerófito. RA: 3200-3700 m. Ha: formaciones leñosas de paso del bosque altoandino al pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador). GA: n.a.

Solanum 3 especies

Solanum furcatum Dunal

FB: Caméfito sufruticoso. RA: 3400 m (una sola colección Angas). Ha: bosque de *Polylepis lanuginosa*, ecotono bosque- pajonal. Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Estados Unidos, Perú). GA: n.a.

Solanum nitidum Ruiz & Pav.

FB: Nanofanerófito. RA: 3300-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Chile, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Solanum tuberosum L.

FB: Geófito radicotuberiforme. RA: Hasta 3700 m. Ha: Senderos. Di: Autoctona y cultivada. GA: n.a.

Familia: Symplocaceae

1 género, 1 especie

Symplocos nana Brand

FB: Nanofanerófito. RA: 3700-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familiaceae: Thelypteridaceae

1 género, 2 especies

Thelypteris 2 especies

Thelypteris caucaensis (Hieron.) Alston

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-3600 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guatemala, Perú). GA: n.a.

Thelypteris pilosula (Klotzsch & H. Karst. ex Mett.) R.M. Tryon

FB: Geófito rizomatoso. RA: 3200-4000 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Caribe, Ecuador, Mesoamérica, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familiaceae: Tofieldiaceae

1 género, 2 especies

Harperocallis 2 especies

Harperocallis falcata (Ruiz & Pav.) L.M. Campb. & Dorr

FB: Geófito bulboso. RA: 3200-3600 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Ecuador, Perú). GA: n.a.

Harperocallis sessiliflora (Hook.) L.M. Campb. & Dorr

FB: Geófito bulboso. RA: 3300-3600 m. Ha: Humedal, pajonal húmedo. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Tropaeolaceae

1 género, 2 especies

Tropaeolum 2 especies

Tropaeolum magnificum Sparre

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3200- 3700 m. Ha: Matorrales, quebradas. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú). GA: VU B1ab(iii) (2001).

Tropaeolum smithii DC.

FB: Hemicriptófito escandente. RA: 3100-3600 m. Ha: borde de carretera. Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú, Venezuela). GA: n.a.

Familia: Urticaceae

2 géneros, 3 especies

Pilea 1 especie endémica

Pilea jamesoniana Wedd.

FB: Hemicriptófito rizomatoso. RA: 3200-3500 m. Ha: Pajonal, bosque de *Polylepis lanuginosa*. Di: Autóctona (endémica del Ecuador). GA: VU D2 (2011)

Urtica 2 especies

Urtica echinata Benth.

FB: Hemicriptófito rizomatoso. RA: 3700-4000 m. Ha: bosque de *Polylepis*. Di: Autóctona (Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Urtica urens L.

FB: Terófito escapiforme. RA: 3200-3950 m. Ha: Bosque de *Polylepis*, pajonal. Di: Alóctona (cosmopolita). GA: n.a.

Familia: Violaceae

1 género, 3 especies

Viola 3 especies

Viola bangii Rusby

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 4100-4400 m. Ha: Rocas, sobre suelos superficiales
Di: Autóctona (Bolivia, Perú, Ecuador). GA: n.a.

Viola dombeyana DC.

FB: Hemicriptófito rosulado. RA: 3300-3900 m. Ha: Pajonal. Di: Autóctona (Colombia, Ecuador, Perú).
GA: n.a.

Viola pygmaea Juss. ex Poir.

FB: Caméfito pulviniforme. RA: 3700-4400 m. Ha: Tapices de *Plantago rigida*, pajonal húmedo.
Di: Autóctona (Argentina, Bolivia, Ecuador, Perú). GA: n.a.

Familia: Xyridaceae

1 género, 1 especies

Xyris 1 especie

Xyris subulata Ruiz & Pav.

FB: Hemicriptófito cespitoso. RA: 3400-3900 m. Ha: Humedales, tapices de *Plantago rigida*.
Di: Autóctona (Bolivia, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Guyana, Panamá, Perú, Venezuela). GA: n.a.



CAPÍTULO 4:

Estructura, biomasa y área foliar de los pajonales del P.N. Cajas



CAPÍTULO 4: ESTRUCTURA, BIOMASA Y ÁREA FOLIAR DE LOS PAJONALES DEL P. N. CAJAS

4.1 INTRODUCCIÓN

La palabra páramo tiene un doble significado: por un lado es un término geográfico, que define una zona desolada, seca y fría; por otro lado, el término se ha extendido a la vegetación herbácea de las altas montañas neotropicales que se ubica entre el límite superior del bosque y las nieves perpetuas, caracterizada por la presencia de gramíneas y otras hierbas, arbustos y subarbustos (Sklenár & al. 2005; Pulgar & al. 2010). En este ambiente, la vegetación predominante es el pajonal, formación herbácea dominada por gramíneas, entre las que la floración se da raramente y predomina la reproducción vegetativa; aunque existen otras formaciones vegetales de menor extensión, como matorrales, bosquetes y humedales. Con frecuencia los dos términos, páramo y pajonal, se usan de manera equivalente; el doble significado de la palabra existe también el idioma quichua (*kichwa*), hablado por las poblaciones nativas de los andes del Ecuador: “*chiri urcu*”, significa cerro frío, mientras que “*ugsha*” o “*uksha*” significa paja (Vacas & al. 2012); ambos términos se traducen como “páramo” (Cordero 1895).

Las gramíneas vivaces amacolladas que forman el pajonal pertenecen a diferentes especies, y su composición varía según la altura, ubicación geográfica y condiciones climáticas. Entre la paja vive un gran número de especies de hierbas y plantas leñosas de pequeño tamaño (Izco & al. 2007).

Los servicios ecológicos (o, desde otro punto de vista, servicios ambientales) que proporciona el páramo son innumerables, sin embargo destaca su función en la regulación hídrica, debido principalmente al balance hídrico positivo que presenta por buena parte del año, la neblina que frecuentemente lo cubre, su suelo rico en materia orgánica y la estructura de su vegetación, que permite captar y conducir hacia el suelo el agua de condensación, mientras lo protege de la erosión y desecación (Hofstede & al. 2003). La segunda importante función que tiene el páramo es el almacenamiento del carbono atmosférico, captado por la vegetación en crecimiento y almacenado en el suelo, que puede contener hasta el 50 % de materia orgánica (Hofstede & al. 2003).

El Parque Nacional Cajas (PNC) se ubica cerca de la ciudad de Cuenca, en la provincia del Azuay, Ecuador. Comprende un área de aproximadamente 28544 hectáreas, entre las coordenadas de 2°42' a 2°58' de latitud sur y 79°05' a 79°25' de longitud oeste, con altura entre los 3160 m y 4450 m. Es el punto de divisoria continental de aguas más cercano a la costa del Pacífico, en toda Sudamérica. El área del PNC está distribuida en las dos vertientes; hacia el Atlántico los pequeños ríos confluyen finalmente en dos cuencas hidrográficas: la del río Tomebamba en la parte norte (a la cual aportan los ríos Quinuas, Llaviucu y Mazán) y la del río Yanuncay en la parte sur, cuyo afluente principal es el río Soldados. En la vertiente pacífica también existen dos cuencas que reciben numerosos pequeños afluentes: la del río Migüir en el norte y la del río Angas en el sur. El límite inferior del páramo no tiene una altitud fija, y su ubicación depende de factores climáticos, y de las actividades humanas que se han subseguido a lo largo del tiempo (Beltrán & al. 2009; White 2013). El límite varía según la vertiente (este, oeste), la presencia de cursos de agua y la intervención humana. Siguiendo la clasificación de Sierra (Sierra & al. 1999), en la vertiente oriental, el bosque siempreverde montano alto de Mazán y Llaviucu llega a alturas entre 3400 y 3500 m; en la vertiente occidental, el bosque de neblina montano llega aproximadamente a 3300 m, y entre esta altura hasta casi los 3600 m, se presenta una formación vegetal leñosa, dominada por *Polylepis lanuginosa*. El pajonal ocupa aproximadamente el 74% de la superficie del Parque, con una extensión de más de 21000 ha (Vasco-Tapia & al. 2012; ETAPA-EP 2014), entre 3500 y 4200 m de altitud. Los servicios ambientales otorgados por el Cajas están relacionados a la presencia de vegetación capaz de controlar la erosión, preservar el suelo, captar carbono y, sobre todo, captar y conservar

agua, empleada en su mayor parte, por la población de la ciudad de Cuenca. El pajonal contribuye de manera sustancial, aunque no cuantificada con precisión, a estos servicios ecosistémicos. El manejo adecuado del Parque Nacional requiere de conocimientos sólidos y veraces en todos los campos, entre ellos el estudio de las características biofísicas y ecológicas del pajonal.

La vegetación dominante de este ecosistema, la paja, tiene la característica forma en macolla, que Font Quer define como: “Conjunto de vástagos nacidos de la base de un mismo pie, sobre todo tratándose de gramíneas y plantas graminoides” (Font Quer 1953). La paja presenta macollas densas, que puede llegar a alturas de hasta 110 cm, con hojas plegadas sobre su cara adaxial, de forma cilíndrica y sección circular (o casi), radio pequeño y cutícula gruesa. Las especies de paja dominantes en el PNC son *Calamagrostis intermedia* (J. Presl) Steud. y *Festuca subulifolia* Benth., sin embargo, otras especies de gramíneas son parte del pajonal (Minga & al. 2016). Las dos principales especies se encuentran mezcladas en las mismas macollas, por lo que su identidad es de difícil determinación en ausencia de flores. Pese a la escasa superficie de cada hoja, la gran cantidad de ellas determina una elevada área foliar por cada macolla y unidad de superficie, lo que permite la captación del agua de precipitación y de condensación y su direccionamiento hacia las raíces y el suelo. Excluyendo los pajonales fuertemente intervenidos, por pastoreo y sobre todo por quema, su crecimiento continuo y la presencia de abundante paja seca, entera o en proceso de descomposición, garantizan la conservación del carbono bajo forma orgánica por largo tiempo e impide así la rápida liberación de CO₂ a la atmósfera (Hofstede & al. 1995a; Hofstede & Rossenaar 1995).

La vegetación del PNC ha sido ampliamente estudiada (Ulloa-Ulloa & al. 2004; Minga & al. 2016), al igual que el contenido de agua y carbono en el suelo (Buytaert & al. 2002; Buytaert & al. 2006b), sin embargo no se ha profundizado sobre la importancia que tienen los pajonales para el ciclo del agua y del carbono. Hofstede y otros integrantes del “Proyecto Páramo”, han estudiado la biomasa, estructura vegetativa, crecimiento de las hojas y demás características del pajonal, en relación a los impactos humanos (Hofstede & Witte 1993; Hofstede & Rossenaar 1995; Hofstede & al. 1995a; Hofstede & al. 2003), pero no hay trabajos de este tipo realizados en el PNC o áreas aledañas. La cobertura y altura del pajonal varían en el PNC, en función de muchos factores, entre los cuales se evidencian la vertiente, presencia de animales y turistas, altitud, por eso se busca un modelo que permita predecir la biomasa y área foliar a partir de variables de fácil medición.

Este trabajo busca estudiar la biomasa y la superficie vegetativa de paja, así como su disposición espacial y su relación con algunos factores abióticos, biológicos y antrópicos en el pajonal del PNC.

Los objetivos del estudio son:

1. Evaluar el área foliar de las formaciones de pajonal
2. Obtener un método que facilite el cálculo y la estimación del área foliar, a partir de datos tomados en campo o mediciones simples en laboratorio.
3. Entender cómo la altitud, ubicación, exposición, composición florística, pastoreo y características del suelo, influyen sobre la cobertura y el área foliar de la paja.

De esta manera se busca proporcionar datos de base que puedan contribuir a futuras estimaciones de agua atmosférica captada por la vegetación del pajonal del Cajas.

4. Evaluar la biomasa de las formaciones de pajonal
5. Obtener un método que facilite el cálculo y la estimación de la biomasa, a partir de datos tomados en campo o mediciones simples en laboratorio.
6. Entender cómo la altitud, ubicación, exposición, composición florística, pastoreo y características del suelo, influyen sobre la cobertura y la biomasa de la paja.

De esta manera se busca proporcionar datos de base que puedan contribuir a futuras estimaciones del almacenamiento de carbono a través de la acumulación de biomasa captados por la vegetación del pajonal del Cajas.

4.2 MATERIALES Y MÉTODOS

4.2.1 Área de estudio

Se tomaron muestras en tres subcuencas de la parte centro-septentrional del Parque Nacional Cajas (PNC de ahora en adelante): Taitachugo y Quinuas en la vertiente oriental o atlántica, y Mi-güir en la vertiente occidental o pacífica, como indicado en el mapa.

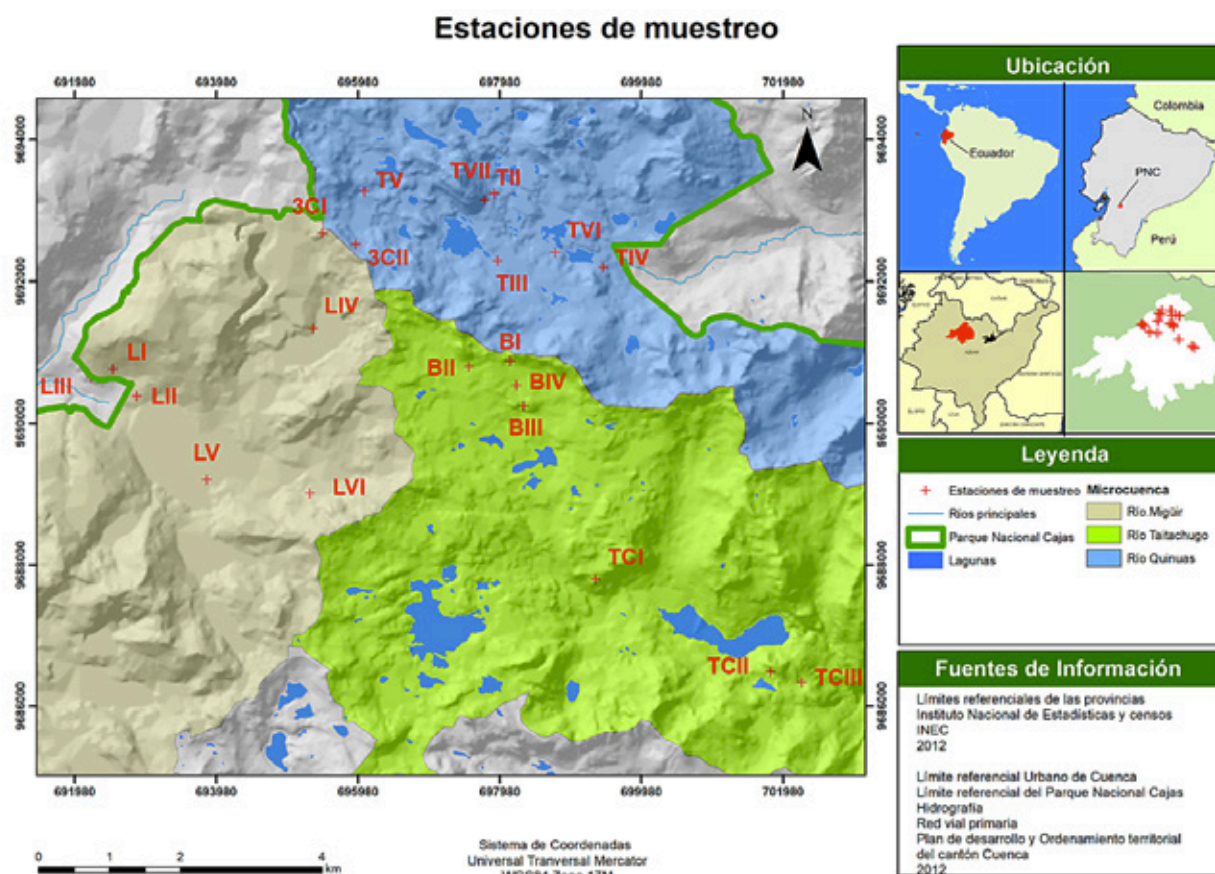


Figura N. 26: Mapa de la parte septentrional y central del PNC, en el cual se ubican las estaciones de muestreo de paja (Elaboración: Diego Pacheco, 2018).

La cuenca hídrica del río Taitachugo está ubicada en la parte central del PNC y es la que tiene mayor amplitud altitudinal, extendiéndose desde los 3300 m hasta los 4300 m de altitud, aquí el pajonal se presenta a partir de los 3450 m en las montañas alrededor del curso de agua principal. La parte baja de la subcuenca se caracteriza por fuertes pendientes, mientras que la parte alta presenta numerosas lagunas y pendientes menos acentuadas, y es llamada comúnmente como “valle de Burines”. Pese a su distancia de las vías de comunicación, es una zona que presenta senderos para turistas y, en algunas partes, pastoreo extensivo. Se registró un extenso incendio cerca de la laguna Taitachugo en 2011, pero la zona quemada no se incluyó en este muestreo.



Figura N. 27: Vista panorámica del valle de Burines, a la izquierda la laguna Burín grande, al fondo el valle del río Taitachugo.

La cuenca hídrica del río Quinuas se ubica en la parte nororiental del PNC y es atravesada por la carretera de primer orden que une las ciudades de Cuenca y Guayaquil. Por eso, es la más accesible; cerca de la carretera se encuentra un refugio que es muy concurrido, al igual que los numerosos senderos. En esta subcuenca no existe ganado vacuno al pastoreo, se encuentran caballos, sobre todo cerca de un sendero que conduce al poblado de Patul, y llamas (o alpacas), cerca de la carretera, refugio y demás atractivos turísticos. En esta cuenca hídrica, el PNC empieza a los 3700 m de altitud, y la parte más alta se ubica a 4450 m. La amplitud altitudinal del pajonal en esta subcuenca va desde los 3700 hasta 4150 m s.n.m.



Figura N. 28: Vista panorámica de la cuenca del río Quinuas, tomada desde el sendero a Patul, ubicado a 4100 m de altitud. Se observa la carretera que une Cuenca a Guayaquil y atraviesa el PNC. A la derecha la laguna Illincocha.

La parte de la cuenca hídrica del río Migüir que se encuentra dentro del PNC va desde los 3800 m hasta 4450 m de altitud, y el pajonal hasta aproximadamente los 4100 m s.n.m. Es la única subcuenca incluida en el muestreo que vierte sus aguas al pacífico y se caracteriza por tener tanto fuertes pendientes como amplios valles, y un clima marcadamente más ventoso y seco que la vertiente atlántica, debido a que hasta esta zona de páramo no llegan las corrientes húmedas del océano y tampoco se beneficia del clima mite de la vertiente oriental. Siendo ubicada cerca de aldeas y poblados, es un área que soporta constantemente pastoreo extensivo, a exclusión de las zonas de mayor pendiente y más alejadas.



Figura N. 29: Vista panorámica de la laguna Luspa, la más extensa del PNC, de la cual se origina un importante afluente del río Migüir.

Para tener información completa del estado del pajonal en las tres subcuencas consideradas, se efectuó un muestreo a diferentes alturas desde el límite inferior del PNC hasta la parte alta de cada cuenca hídrica, por un total de 21 parcelas, 7 en cada subcuenca, como se localiza en la Figura N.26 y detalla en la Tabla N. 2.

Tabla N.2: Parcelas de muestreo*

MACROCUENCA	SUB-CUENCA	LUGAR ESPECÍFICO (CÓDIGO)	ALTITUD (m)	ORIENTACIÓN	PENDIENTE (°)
Atlántico	Taitachugo	Burines (BI)	4048	S	40
Atlántico	Taitachugo	Burines (BII)	4030	S	42
Atlántico	Taitachugo	Laguna Burines (BIII)	3980	SO	35
Atlántico	Taitachugo	Laguna Burines (BIV)	3988	S	5
Atlántico	Taitachugo	Taitachugo (TCII)	3675	SE	40
Atlántico	Taitachugo	Subida a Taitachugo (TCIII)	3596	E	0
Atlántico	Taitachugo	Taitachugo-Burines (TCI)	3786	S	60
Pacífico	Migüir	Luspa (LI)	3874	S	55
Pacífico	Migüir	Luspa (LII)	3818	E	5
Pacífico	Migüir	Sendero Luspa (LIII)	3825	SE	5
Pacífico	Migüir	Larga (LIV)	3990	SE	15
Pacífico	Migüir	Tres Cruces oeste (3CI)	4061	S	55
Pacífico	Migüir	Cerca de la Luspa (LV)	3807	E	5
Pacífico	Migüir	Sendero García Moreno (LVI)	3905	NW	30
Atlántico	Quinuas	Toreadora (TII)	3933	SE	45
Atlántico	Quinuas	Toreadora (TIII)	3814	SO	10
Atlántico	Quinuas	Toreadora parqueo (TIV)	3778	NO	30
Atlántico	Quinuas	Entrada Patul (TV)	4113	E	45
Atlántico	Quinuas	Laguna Totora (TVI)	3820	SO	5
Atlántico	Quinuas	Tres Cruces este (3CII)	4132	SE	40
Atlántico	Quinuas	San Luis (TVII)	3906	SE	2

* Las parcelas 3CI y 3CII corresponden a la zona del divisorio de aguas, respectivamente en la cuenca del Pacífico y del Atlántico. La parcela TI se excluyó del análisis, por ser aquella en la cual se probaron y compararon los diferentes métodos de muestreo.

4.2.2 Método de muestreo

Se fijaron parcelas de 20 m² en lugares con vegetación de pajonal, sin presencia de otros tipos de formaciones vegetales y, en lo posible, sin rocas expuestas. Las áreas de localización no sufrieron incendio al menos en los últimos 15 años, según el informe de ETAPA-EP (2014). Las parcelas se seleccionaron cuidando de que el pajonal fuera uniforme en altura y composición florística, así como el suelo, pendiente y humedad. Se buscó cumplir las siguientes condiciones: cobertura uniforme, ausencia de discontinuidades en las plantas dominantes, fisonomía pareja y características edáficas aparentes iguales. El lado largo de la parcela (5 m) se ubicó según la curva de nivel, mientras que el lado corto (4 m) siguió la línea de máxima pendiente. Esta forma de tomar las muestras se escogió por ser un método preciso, de fácil aplicación y repetición.

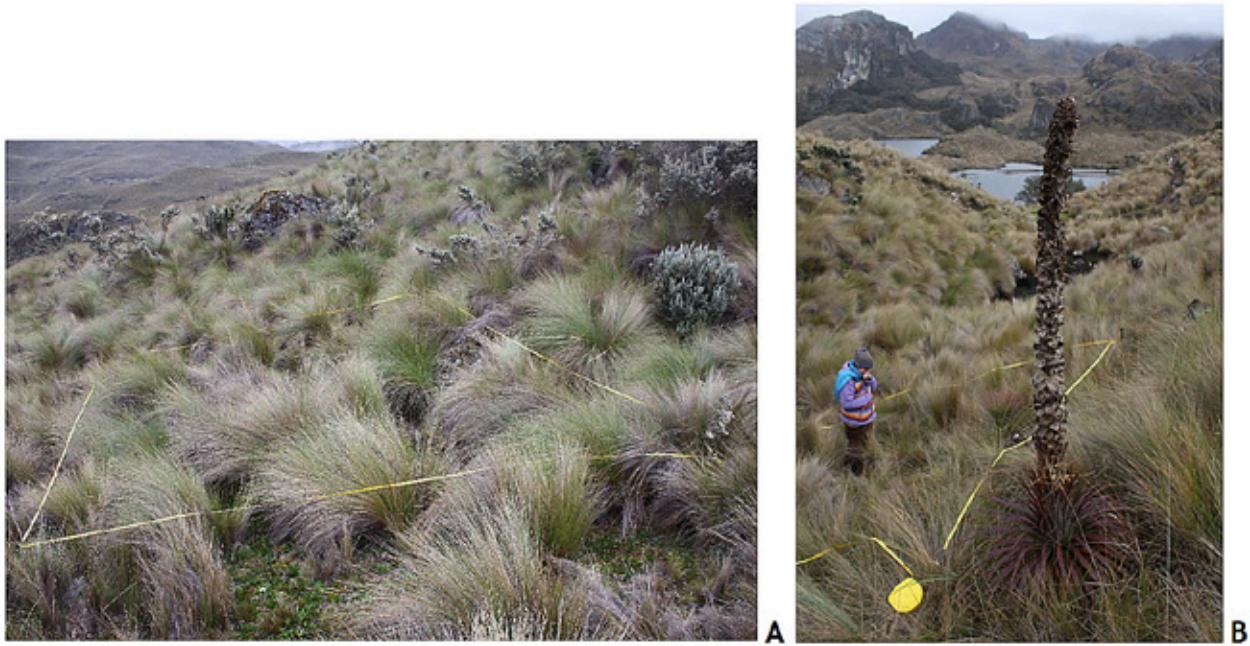


Figura N. 30: Ejemplos de establecimiento de estaciones de muestreo. (A: Parcela TVI, B: Parcela TII).

En el campo se tomaron los siguientes datos: coordenadas, altitud, exposición, pendiente, topografía, cobertura y densidad de la paja en los 20 m², cobertura de la vegetación por estratos, estado de conservación del pajonal, presencia de heces, pisoteo o herbivoría y tipo de comunidad vegetal, profundidad del suelo y su textura al tacto. Se midió la circunferencia basal, los diámetros E-O y N-S y la altura desde el suelo de todas las macollas presente en la parcela. Se herborizaron los especímenes de paja fértiles, para su determinación taxonómica. En caso de no encontrar ejemplares fértiles, se regresó posteriormente al lugar para tomar las muestras botánicas.

De manera complementaria, se realizaron inventarios florísticos en todas las parcelas y se tomaron muestras del suelo hasta 20 cm de profundidad en 12 de ellas.

Tabla N. 3: Datos tomados en campo e instrucciones para el llenado de la ficha.

Ficha para levantamiento de datos en el campo	Instrucciones
Parcela	Indicar el código y la ubicación exacta
Latitud	empleo de GPS Garmin GPSmap 60CSx en sistema grados
Longitud	empleo de GPS Garmin GPSmap 60CSx en sistema grados
Altitud m snm	empleo de GPS Garmin GPSmap 60CSx en metros
Pendiente °	Uso de clinómetro Sunto en grados
Topografía	Indicar si se encuentra en valle o ladera
Exposición Macro	Punto cardinal hacia el cual se inclina el valle considerado (brújula)
Exposición Micro	Inclinación de la parcela hacia los puntos cardinales (brújula)
Área muestreada m ²	Tamaño de la parcela (lados del rectángulo medidos con cinta métrica)
Comunidad Vegetal	Pajonal: indicar especie(s) dominante(s)
Impactos	Nulo=0, Bajo (turistas)=1, Medio (pastoreo de baja intensidad)=2, Alto (pastoreo reciente y/o alta intensidad)=3
Pastoreo	Tipo y cantidad de animales observados
Densidad de la paja	Alta, media, baja (estimación visual)
Cobertura %	Estimación visual a primera vista
Altura pajonal cm	Estimación con ayuda de una cinta métrica
Textura del suelo	Al tacto, humedeciendo un puñado de tierra
Humedad suelo	Estimación al tacto y visual
Profundidad del suelo	Estimación de la penetración del machete: Superficial o profundo
Estrato roca-suelo	Estimación visual del % suelo descubierto
Estrato E ₀ : BL	Estimación visual del % cobertura de briofitos y líquenes
Estrato E ₀	Estimación visual del % cobertura vegetación hasta 10 cm alto
Estrato E ₁	Estimación visual del % cobertura vegetación de 11 hasta 80 cm alto
Estrato E ₂	Estimación visual del % cobertura vegetación > 80 cm
Submuestra 1: Área Basal muestreada (m ²)	Medición de las circunferencias basales (con cinta métrica, en cm) para el cálculo área basal de la paja extraída de la sub-parcela 1
Submuestra 2: Área Basal muestreada (m ²)	Medición de las circunferencias basales (con cinta métrica, en cm) para el cálculo área basal de la paja extraída de la sub-parcela 2
Submuestra 3: Área Basal muestreada (m ²)	Medición de las circunferencias basales (con cinta métrica, en cm) para el cálculo área basal de la paja extraída de la sub-parcela 3
Submuestra 4: Área Basal muestreada (m ²)	Medición de las circunferencias basales (con cinta métrica, en cm) para el cálculo área basal de la paja extraída de la sub-parcela 4
Observaciones	Datos relevantes como señales de impacto, asociaciones vegetales y especies presentes, y otros.

4.2.2.1 Estructura vertical

La descripción de la estructura vertical de la vegetación se hizo en base a clases de altura, indicando el porcentaje de cobertura de cada estrato. Las clases empleadas son 5.

Suelo descubierto y roca;

E₀BL: briofitos y líquenes de hasta 10 cm de altura;

E₀: vegetación vascular con altura menor a 10 cm, compuesta por hierbas erectas, arbustos rastreros o pulviniformes;

E₁: vegetación de 10 hasta 80 cm de altura, compuesta por plantas amacolladas, hierbas y arbustos erectos;

E₂: vegetación con altura mayor a 80 cm, generalmente pequeños arbustos.

4.2.2.2 Coberturas basal y de copa

Las medidas de circunferencia basal y de los diámetros E-O y N-S se emplearon para calcular la cobertura basal y la cobertura de copa en cada parcela. A partir de la circunferencia basal se calculó la Cobertura Basal de la paja, que es la sumatoria de las áreas basales de todas las macollas contenidas en la parcela y en las sub-parcelas, respectivamente.

El “área basal” de cada macolla se calculó así: $AB = (\text{circunferencia}/2\pi)^2 \pi$

A partir de los diámetros N-S y E-O tomados a nivel de la máxima extensión de cada macolla, se calculó el “área visible” con la fórmula: $AV = D_1 D_2 \pi / 4$.

Sumando las áreas visibles de todas las macollas presentes en cada parcela, se obtuvo la Cobertura de Copa por cada parcela de 20 m².



Figura N. 31: Medición en campo de la circunferencia basal de una macolla (A), diámetro E-W (B) y N-S (C) de la copa.

4.2.2.3 Composición florística

En cada parcela se realizó el inventario florístico completo, asignando a cada taxón un índice que refleja de manera progresiva su cobertura, siguiendo el método fitosociológico (Braun-Blanquet 1979) y modificando los valores de esa escala “r” y “+” a índices totalmente numéricos. Se buscó determinar la especie o asociación vegetal dominante en el pajonal, así como las especies acompañantes.

Tabla N. 4: Índices asignados de abundancia-dominancia.

Cobertura	Índice
Muy pocos individuos, con cobertura ínfima	0,1
Pocos individuos y cobertura $\leq 1\%$	0,5
Cobertura 1- 5%	1
Cobertura del 5 al 25 %	2
Cobertura del 25 al 50 %	3
Cobertura del 50 al 75 %	4
Cobertura $>75\%$	5

4.2.2.4 Biomasa y área foliar

Para la determinación de la biomasa y área foliar, se marcaron 4 sub-parcelas por cada parcela, por un total de 84. Se extrajo la paja de las cuatro sub-parcelas, en un área de $1 \times 0.5 \text{ m}^2$, por un total de 2 m^2 o sea 10% del total de la superficie de la parcela, según el esquema:

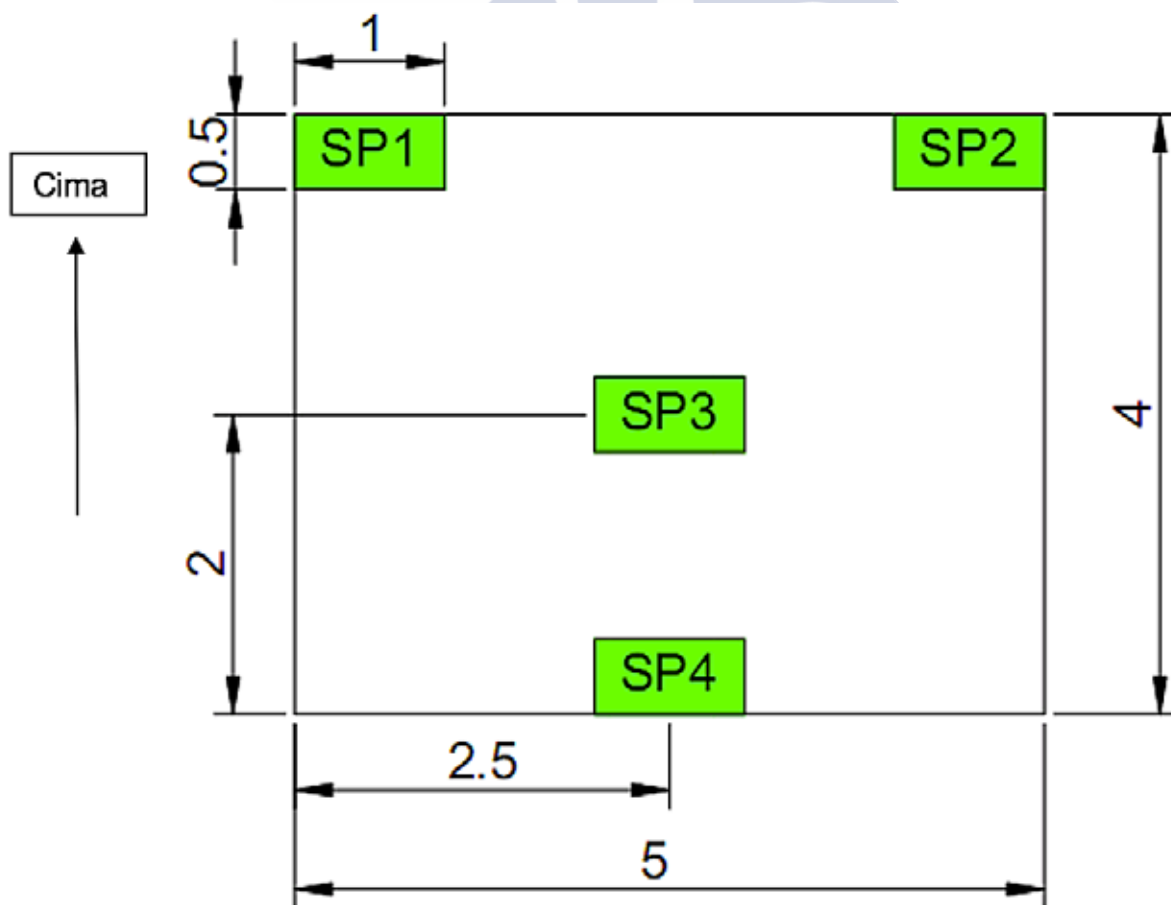


Figura N. 32: Dimensiones de la parcela de muestreo y disposición de las sub-parcelas.

En las sub-parcelas, se midió la circunferencia basal y la altura desde el suelo de las macollas contenidas, para calcular la cobertura efectiva de paja, se cortó con hoz aproximadamente a 8 cm del suelo y se extrajo tanto la paja verde como seca, sin dañar el ápice vegetativo, que se encuentra en promedio a menos de 5 cm de altura y sobre el suelo.

Los valores medidos y calculados para las variables altura, biomasa aérea y área foliar son, por lo tanto, ligeramente inferiores a los reales. Por otro lado, la base apenas actúa como captadora de agua, pues la mayor parte de la superficie foliar está protegida por las hojas externas y no en contacto con el ambiente. Este sistema de muestreo permite no afectar los meristemos de la paja y garantiza su rápido crecimiento. Las macollas se consideraron como si fueran conformadas por una sola especie (*Calamagrostis intermedia*), por la dificultad de reconocer y separar los diferentes individuos y especies que las componen. Se incluyeron en el muestreo solo las hojas contenidas en el área de 0,5m x1m y en su proyección vertical.



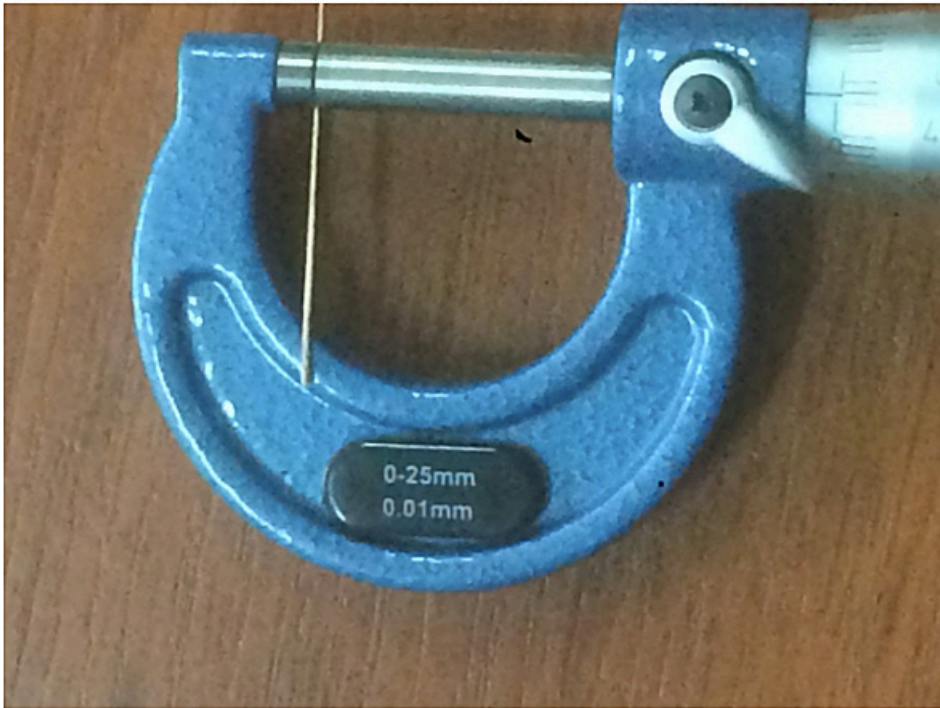
Figura N. 33: Corte con hoz de la base de la macolla(A) y base de la macolla cortada (B)

4.2.2.5 Determinación del peso y superficie foliar de la paja

En el laboratorio se pesaron las hojas colectadas en cada sub-parcela de 0,5 m², separando las hojas verdes (fotosintéticamente activas) de las secas, para obtener datos de ambas fracciones. Antes de proceder a secar el material vegetal y determinar su biomasa, se procedió a efectuar las mediciones necesarias para calcular el área foliar tanto de las hojas verdes como secas.

Se llevó a cabo el mismo procedimiento para ambas fracciones, por separado; las verdes (o vivas) se clasificaron por clases de altura, cada 10 cm, se contaron y se calculó el tamaño mínimo de la muestra a medir para obtener una confianza de 0,99 en la estimación del diámetro y de la longitud media, por cada clase de altura. Para ello, empleando los datos preliminares obtenidos en los primeros muestreos, se aplicó la fórmula sugerida por Feinsinger: $n \geq \text{varianza}/0,0001 * \text{media}$ (Feinsinger 2003).

Por cada una de las clases de altura, se midió largo y ancho en la parte central del número de hojas calculado previamente. Las mediciones del diámetro se realizaron con un micrómetro con precisión 0,01 mm y la longitud se midió con regla con precisión 1 mm. El número de clases dependió de la longitud de la paja.



A



B

Figura N. 34: Medición con micrómetro del diámetro de las hojas (A), previamente separadas por clase de longitud (B). El micrómetro no aplasta la hoja, marcando la medición en el momento en el cual se apoya a su superficie.



A



B

Figura N. 35: Separación de hojas vivas (verdes) por clase de longitud (A) y medición de una muestra por cada clase con regla (B).

Hasta terminar la tarea (aproximadamente dos sub-parcelas por día, o sea 2 días por cada parcela), la paja se conservó en fundas plásticas en refrigeración. Posteriormente, las hojas se secaron a 105°C (Figura N. 36) y se determinó su peso seco o sea la biomasa.

El mismo procedimiento de pesado en fresco, separación en clases de altura, conteos y mediciones, se realizó para las hojas muertas (o secas). Esto tomó aproximadamente 40 horas para procesar la paja de toda la parcela, luego del cual se procedió a secar a 105°C el material y a pesarlo. El material vegetal verde se pesó con balanza de precisión 0,01 g (Figura N. 37), mientras que las hojas muertas (o secas) se pesaron con balanza con sensibilidad 1 g (Figura N. 38).

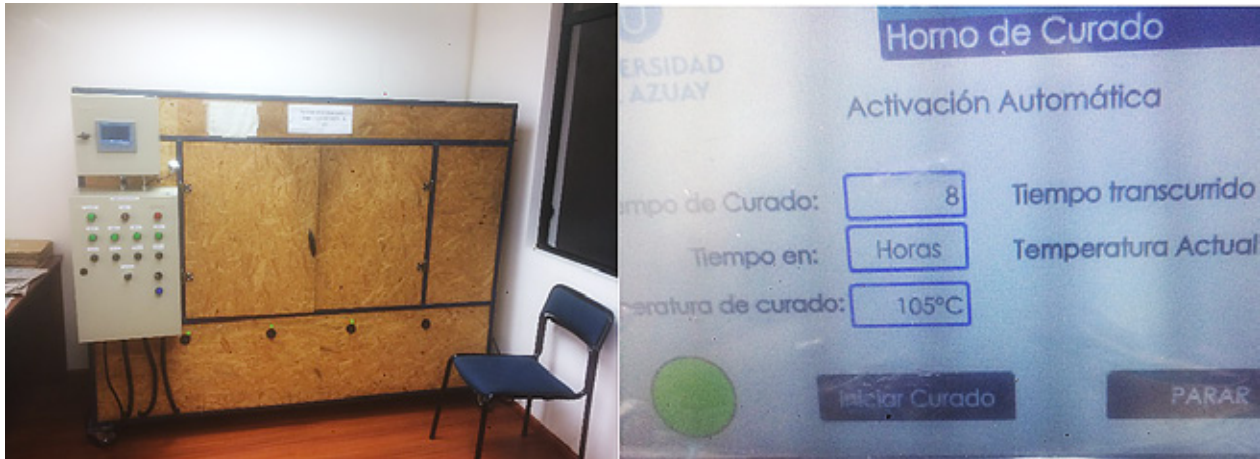


Figura N. 36: Secadora (izquierda) y temperatura de secado (derecha).

Para el cálculo de áreas foliares se ha procedido de la siguiente manera:



Figura N. 37: Balanza de precisión empleada



Figura N. 38: Balanza para alimentos empleada

La hoja de la paja tiene una forma cilíndrica, con un imperceptible engrosamiento en su parte central y el ápice ligeramente más fino. En su base, frecuentemente, se encuentra la vaina, que para este estudio se asimiló con el limbo foliar, debido a que la entera superficie vegetativa puede condensar el agua atmosférica. Para el cálculo de la superficie foliar se asimiló la hoja a un cilindro, previamente se comprobó que no hubiera diferencias significativas entre el cálculo con fórmula y la medición exacta ($n=30$, $t= 1,65$, $p=0,11$).

Se calcularon área foliar verde (de hojas vivas) y área foliar seca (de hojas muertas) y, por suma, la superficie foliar total, con base en las mediciones efectuadas en laboratorio, con la siguiente ecuación:

$$AF = \sum_{j=1}^k \pi d_j l_j n_j$$

donde j =clases de longitud de 10 cm, d =diámetro medio por clase, l =longitud media por clase y n =número de hojas por clase.

4.2.2.6 Suelos

Como mencionado, en campo se determinó la textura al tacto, asignando las categorías texturales pertinentes: arenoso, limoso, arcilloso, areno-limoso, areno-arcilloso y limo-arcilloso; se asignó a la profundidad del suelo un valor ordinal: 1 para suelo superficial o < 50 cm y 2 para suelo profundo o ≥ 50 cm. La profundidad se determinó clavando un machete en el suelo y midiendo aproximadamente la longitud de la parte insertada. Se tomaron muestras del suelo hasta 20 cm de profundidad en 12 parcelas, se secaron al ambiente y, debido a la falta de laboratorios especializados en análisis de suelos altoandinos en Cuenca y en el país, se enviaron al laboratorio Agrobiolab de la ciudad de Quito, que normalmente realiza solo análisis de suelos agrícolas, para determinar los siguientes parámetros:

- pH (potencial de hidrógeno), en H₂O 1:2,5
 - M.O. (materia orgánica), por el método Walkley & Black (oxidación incompleta del carbono orgánico por una mezcla de dicromato de potasio y ácido sulfúrico, titulación con sulfato ferroso)
 - C.E. (conductividad eléctrica), en pasta saturada
 - CIC (capacidad de intercambio catiónico), en acetato de amonio
 - NH₄ y NO₃, por colorimetría
 - P, por método Olsen modificado
 - Al+H, por método Olsen modificado
 - CICE (capacidad de intercambio catiónico efectiva), sumatoria de cationes extraídos con KCl
 - K, Ca, Mg, Na Cu, Fe, Mn, Zn, por extracción con KCl
 - SO₄, por colorimetría
 - Cálculo de las siguientes relaciones: Fe/Mn, Ca/Mg, Mg/K, (Ca+Mg)/K
 - Textura (en % de arena, limo y arcilla), por método de Bouyoucos (solución dispersante como el NaOH y análisis granulométrico en hidrómetro)
- (Bouyoucos 1929; Wakley & Black 1934; Olsen & al. 1954; Burt & Soil Survey Staff 2014).



Figura N. 39: Toma de muestra del suelo, hasta los 20 cm de profundidad

4.2.2.7 *Análisis de datos*

Previo al análisis estadístico, se pasaron a sistema UTM WGS84 las coordenadas, y se cuantificaron los datos cualitativos, como cuenca hidrográfica, exposición y topografía (valle, ladera), asignando valores 0 (no cumple la condición) y 1 (cumple la condición). Únicamente a la variable “impacto” se asignó valor numérico creciente a partir de un dato cualitativo: impacto nulo = 0, impacto bajo, por turistas = 1, impacto alto, por presencia de ganado vacuno y/o llamas y/o caballos = 2, impacto muy alto, por presencia reciente de ganado (vacuno, ovino, equinos o camélidos), con signos claros de pisoteo y pastoreo = 3. Ninguna parcela presentó impacto por quema, ni visible, ni en los registros históricos de los últimos 15 años.

Los datos medidos y calculados fueron ingresados a una hoja de cálculo, ordenados por variables y analizados de manera individual y global. Se calcularon las medidas de tendencia central y dispersión de las variables cuantitativas, para analizar en primer lugar variables por variable, tratando de evidenciar las relaciones existentes entre ellas (regresión simple, ANOVA a 1 criterio, correlación), y luego se analizaron en su conjunto, con el objetivo de hallar un modelo capaz de explicar las variaciones de biomasa y área foliar (tanto verde como total) en relación a las demás variables medidas. Las variables analizadas de manera individual fueron: Estructura vertical del pajonal, cobertura basal y cobertura de copa de las macollas, composición florística de la paja, biomasa de hojas verdes y total, área foliar de hojas verdes y total, suelo. Se excluyeron del análisis las variables empleadas para calcular las áreas foliares (diámetro, longitud y número de hojas por clase), por la obvia correlación existente. Los softwares empleados fueron Microsoft Excel 2016 y Minitab®18.

Las variables fueron analizadas en su conjunto, con el propósito de hallar modelos matemáticos que permitan estimar la biomasa y el área foliar a partir de los parámetros ambientales y biológicos medidos.

El software empleado fue R versión 3.5.1, paquete glmnet de R (R Foundation 2018; Friedman & al. 2018).

4.3 RESULTADOS

4.3.1 El medio físico

Las 21 estaciones de muestreo se ubicaron desde 3596 hasta 4132 m s.n.m., 12 de ellas entre los 3800 y 4000 m s.n.m., rango altitudinal donde el pajonal es la formación vegetal dominante y de mayor extensión. Las parcelas de muestreo cubrieron tres sub-cuencas de la parte septentrional y central del PNC y se orientaron mayoritariamente hacia este y sur. 16 parcelas se ubicaron en ladera, 5 en los valles y ninguna en las cumbres. La pendiente medida en las parcelas va de 0 a 60 grados, siendo 12 las parcelas con 30° o más de inclinación, por la prevalencia de fuertes pendientes en el PNC y de menor presencia de pajonal en las partes planas, donde prevalecen formaciones vegetales con mayores necesidades hídricas.

Tabla N. 5: Datos físicos de las parcelas de muestreo.

PARCELA	Ubicación UTM WGS84				Subcuenca			Exposición						Topografía	
	LATITUD	LONGITUD	ELEVACION (m)	PENDIENTE (°)	Quinuas	Taitachugo	Miguir	S	E	W	SE	SW	NW	VALLE	LADERA
3CI	695479	9692686	4061	55	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
3CII	695953	9692528	4132	40	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
BI	698130	9690879	4048	40	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
BII	697549	9690800	4030	42	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
BIII	698330	9690240	3980	35	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1
BIV	698219	9690535	3988	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
LI	692523	9690761	3874	55	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
LII	692856	9690380	3818	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
LIII	692218	9690651	3825	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
LIV	695344	9691338	3990	15	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
LV	693849	9689205	3807	5	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
LVI	695300	9689011	3905	30	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
TCI	699338	9687794	3786	60	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
TCII	701805	9686490	3675	40	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
TCIII	702249	9686345	3596	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
TII	697769	9693150	3933	45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
TIII	697953	9692292	3814	10	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
TIV	699445	9692201	3778	30	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
TV	696073	9693266	4113	45	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
TVI	698765	9692408	3820	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
TVII	697907	9693241	3906	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

4.3.2 Estructura vertical

La presencia de roca o suelo descubierto es como máximo el 10% (3CI y TV), y en 8 parcelas no existe sustrato descubierto.

El estrato brio-liquénico estuvo siempre presente, con porcentajes muy variables: de 2-3% a 80% en TVI. Más de la mitad de las parcelas tienen hasta el 5% de cobertura, 9 parcelas igual o más del 10% y sólo 3 tienen una cobertura de briófitos y líquenes mayor o igual al 20%.

El estrato E_0 en el pajonal es representado por plantas que crecen entre la paja o en los espacios vacíos entre las macollas o debajo de ellas. En 10 parcelas se encuentra en este estrato también *Paspalum bonplandianum*, gramínea rizomatosa no amacollada. El estrato E_0 en ocasiones contiene paja de baja altura, debido a pastoreo reciente como en el caso de las parcelas BIV y LIV, que presentan el 50% o más de cobertura de esta clase, o a factores naturales como en el caso de la parcela 3CI. En promedio la cobertura de la clase E_0 es del 12%, con marcadas diferencias entre parcelas.

El estrato E_1 es conformado prevalentemente por paja y es siempre presente, en proporción variable del 45% en 3CI al 98% en TIII, con promedio del 70% de cobertura. Forman parte de este estrato también hierbas no amacolladas y arbustos erectos, como *Miconia chionophila*, *Baccharis genistelloides*, *Gynoxis spp.* entre las especies más representadas.

La clase E_2 es muy poco representada en el pajonal del PNC, presentándose sólo en 4 parcelas, en dos de ellas con coberturas del 1 %.

Tabla N. 6: Cobertura por estratos (en %) en las parcelas de muestreo

Parcela	Roca y suelo descubierto (%)	EoBL (briófitos y líquenes)	Eo (vegetación con altura < 10 cm)	E1 (vegetación de 10 a 80 cm)
3CI	10	10	35	45
3CII	0	10	10	80
BI	0	10	10	80
BII	0	5	5	95
BIII	4	2	18	85
BIV	0	3	55	50
LI	2	5	7	90
LII	1	3	8	89
LIII	5	20	25	60
LIV	0	5	50	50
LV	8	12	22	75
LVI	5	5	35	65
TCI	2	10	30	70
TCII	0	5	15	80
TCIII	4	7	17	95
TII	0	5	9	94
TIII	0	3	3	98
TIV	4	5	15	90
TV	10	20	30	50
TVI	5	80	40	55
TVII	8	30	35	65

4.3.3 Cobertura basal y cobertura de copa de la paja

Como complemento a las mediciones de área basal y visible de cada macolla, en las parcelas de 20 m² se estimaron la cobertura y la densidad de la paja, de manera exclusivamente visual. De la misma manera, además de tomar datos de la altura de las macollas, se dio una valoración general sobre el tamaño máximo de la paja en la parcela. Con estas mediciones y estimaciones cualitativas, se pudo establecer que generalmente las apreciaciones visuales sobre-estiman la superficie efectivamente ocupada por las macollas, debido a su típica forma de cono invertido y a las hojas caídas, frecuentes en los pajonales de gran altura. De igual manera, la altura estimada de cada macolla es muy superior a la longitud promedio de sus hojas, ya que existen hojas pequeñas al interior que no se pueden apreciar a simple vista.

El área basal de las macollas en los 20 m² muestreados, va desde 1,2 hasta 6,2 m², y en promedio apenas el 20% de la superficie del pajonal es realmente ocupada por la paja a nivel del suelo. La cobertura de copa de la paja en los 20 m² varía de 4,8 a 33 m²; en promedio la superficie cubierta por paja es 19,1 m². El número de macollas registrado en las parcelas varía de 41 a 205.

Tabla N. 7 Cobertura basal, de copa y altura de la paja.

PARCELA	Número macollas	COBERTURA BASAL por parcela de 20m ² (m ²)	COBERTURA DE COPA por parcela de 20m ² (m ²)	ALTURA máxima promedio PAJA (cm)
3CI	205	2,78	14,46	42,6
3CII	158	3,34	17,17	65,4
BI	149	3,34	19,23	59,8
BII	84	2,08	14,44	68,4
BIII	135	3,25	20,47	65,6
BIV	60	2,14	5,49	56,1
LI	63	3,73	19,96	68,5
LII	46	5,67	19,44	70,9
LIII	48	3,99	17,80	84,8
LIV	95	1,17	4,78	45,5
LV	56	3,80	25,57	64,6
LVI	68	4,72	20,05	70,6
TCI	70	5,35	22,01	62,3
TCII	162	2,80	19,09	70,2
TCIII	54	6,18	32,95	96,2
TII	60	4,33	25,43	83,4
TIII	97	5,38	15,24	77,3
TIV	67	2,66	25,01	86,5
TV	41	6,13	16,56	87,1
TVI	44	4,31	17,54	78,4
TVII	66	4,64	28,19	81,3

4.3.4. Composición florística de las macollas

Las macollas de paja no están compuestas por una sola especie. Todas las parcelas muestreadas presentaron una composición en especies variada, con prevalencia de la asociación *Calamagrostis intermedia* – *Festuca subulifolia*. Las dos especies crecen juntas en la misma macolla y es muy difícil poderlas diferenciar cuando no están en flor, sin embargo, las hojas de *C. intermedia* presentan acentuados canales longitudinales y, especialmente en fase de desarrollo vegetativo, son menos ásperas que aquellas de *F. subulifolia*, que presentan unas diminutas púas en su cara abaxial (Stancík & Peterson, 2007). *C. intermedia* es dominante en esta asociación y las hojas de *F. subulifolia* varían del 5 al 50% del total.

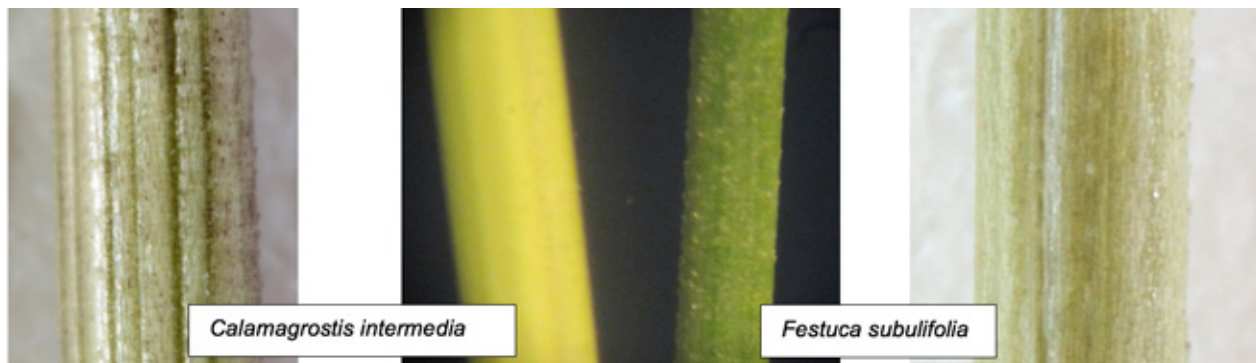


Figura N. 40: Detalles de las hojas de *C. intermedia* y *F. subulifolia* (Fotos A y C: S. Padrón, Foto B: R. Ansaloni)

El género *Calamagrostis* se registró en todas las parcelas y la especie *C. intermedia* en 19 de las 21. *C. rigida*, se encontró exclusivamente en la vertiente occidental (parcelas 3CI, LIII, LIV y LVI), *C. macrophylla*, en los pajonales de menor elevación, en la subcuenca Taitachugo (TCI, TCII y TCIII), esporádicamente se registraron otras especies de este género menos abundantes y no determinadas.

Festuca se registró en todas las parcelas, excepto LIV, donde la paja había sido pastoreada recientemente y no se detectó este género. *F. subulifolia* se registró en 19 de las 21 parcelas, y *F. asplundii* sólo está presente en los pajonales de mayor altitud (3CI, 3CII y LVI), donde sustituye progresivamente *F. subulifolia*.

Poa paramoensis es una gramínea amacollada abundante en el PNC, que se registró en 16 parcelas, a veces confundida con *P. pauciflora*, que también está presente en las macollas. Se inventariaron varias especies de los géneros *Agrostis*, las especies *Stipa rosea*, *Bromus pitensis* (que se registró en 3 parcelas, pero sus hojas no se midieron, por ser anchas y no circulares, o sea muy diferentes a la paja) y *Paspalum bonplandianum*, esta última es rastrera y no está presente en las muestras, pero se ha registrado su presencia en 10 de las 21 parcelas, nunca encima de los 4000 m, y más abundante en lugares con pastoreo de animales (LII, LIV, LVI) o tránsito de personas (LIII, LV, TIII).

Las especies de plantas vasculares contabilizadas en las 21 parcelas fueron 129. Solo 13 especies pertenecen a la familia Poaceae, de ellas, 14 son amacolladas y de hoja circular. Las especies más frecuentes en los pajonales muestreados, y que pertenecen a otras familias, son:

Ericaceae: *Pernettya prostrata* (19) y *Disterigma empetrifolium* (10). Rubiaceae: *Arcytophyllum filiforme* (18). Geraniaceae: *Geranium sibbaldioides* (18). Caprifoliaceae: *Valeriana microphylla* (16). Cyperaceae: *Oreobolus goeppingeri* (13), *Carex tristicha* (12). Apiaceae: *Eryngium humile* (12). Gentianaceae: *Halenia taruga-gasso* (12), *Gentiana sedifolia* (11) *Gentianella hyssopifolia* (10). Hypericaceae: *Hypericum decandrum* (12).

Asteraceae: *Hypochaeris sessiliflora* (12) *Baccharis caespitosa* (11) *Miconia chionophila* (11) *Werneria nubigena* (10).

Tabla N. 8: Composición de las macollas de paja y cobertura por especie (en rojo las especies de Poaceae no amacolladas).

PARCELA	<i>Calamagrostis intermedia</i>	<i>Festuca subulifolia</i>	<i>Festuca asplundii</i>	<i>Calamagrostis macrophylla</i>	<i>Calamagrostis rigida</i>	<i>Calamagrostis sp.</i>	<i>Poa pauciflora</i> y/o <i>Poa paramoensis</i>	<i>Agrostis perennans</i>	<i>Agrostis toluensis</i>	<i>Agrostis sp.</i>	<i>Stipa rosea</i>	<i>Paspalum bonplandianum</i>	<i>Bromus pitensis</i>	Características
3CI	2	1	3	0	1	0	0,5	1	0	0	2	0	0	Pajonal pequeño de <i>Festuca asplundii</i> y <i>F. subulifolia</i> - <i>Calamagrostis intermedia</i> y <i>C. rigida</i>
3CII	4	0	4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	Pajonal denso <i>C. intermedia</i> - <i>F. asplundii</i> Eo con <i>W. nubigena</i> y <i>E. humile</i> , <i>Halenia</i>
BI	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Dominancia de <i>C. intermedia</i> y <i>F. subulifolia</i> .
BII	5	1	0	0	0	0	0,5	0,5	0	1	0	0	0	Pajonal conservado de <i>C. intermedia</i> y <i>F. subulifolia</i> , con presencia de fecas equinas
BIII	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	Presencia: <i>Puya</i> , <i>Carex</i> , <i>Rinchospora</i> y Liqueños,
BIV	3	3	0	0	0	0,5	0,5	0,1	0	0	0	0	0,5	E ₀ con <i>Carex</i> y <i>Jamesonia</i> , E ₁ con <i>Puya</i> . Presencia de vacas, caballos, alpacas.
LI	4	2	0	0	0	0	0,1	0	1	0	0	2	0	Dominancia de <i>C. intermedia</i> y <i>F. subulifolia</i> y <i>Agrostis toluensis</i>
LII	4	2	0	0	0	0	0,5	1	0,5	0	1	2	0	E ₂ con alta presencia de <i>P. bonplandianum</i> y E ₁ con <i>Poa pauciflora</i> . Pajonal denso pero con pastoreo.
LIII	0	3	0	0	2	2	0,1	0	0	0	0	4	0	Pajonal denso con líquenes y musgos, E ₀ dominado por <i>P. bonplandianum</i> . Presencia <i>Puya</i>
LIV	4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	Pajonal muy intervenido por pastoreo. E ₀ con <i>P. bonplandianum</i> , <i>Loricaria</i> y <i>Puya</i> pequeña. E ₁ con <i>C. rigida</i> y <i>Agrostis toluensis</i>
LV	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	Pajonal conservado de <i>C. intermedia</i> - <i>F. subulifolia</i> . E ₀ con <i>P. bonplandianum</i> , <i>Arcytophyllum filiforme</i> . E ₂ con <i>Baccharis</i> , <i>Miconia</i> y <i>Chuiriraga</i>
LVI	1	1	2	0	3	0	1	0	1	0	0	2	0,1	Pajonal de <i>C. rigida</i> - <i>F. asplundii</i> . E ₀ dominado por <i>P. bonplandianum</i>

Tabla N. 8: Composición de las macollas de paja y cobertura por especie (en rojo las especies de Poaceae no amacolladas).

PARCELA	<i>Calamagrostis intermedia</i>	<i>Festuca subulifolia</i>	<i>Festuca asplundii</i>	<i>Calamagrostis macrophylla</i>	<i>Calamagrostis rigida</i>	<i>Calamagrostis sp.</i>	<i>Poa pauciflora</i> y/o <i>Poa paramoensis</i>	<i>Agrostis perennans</i>	<i>Agrostis tolucensis</i>	<i>Agrostis sp.</i>	<i>Stipa rosea</i>	<i>Paspalum bonplandianum</i>	<i>Bromus pitensis</i>	Características
TCI	1	4	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	Pajonal de <i>C. macrophylla</i> - <i>F. subulifolia</i> . Presencia de numerosos arbustos en E ₁ y E ₂
TCII	1	3	0	3	0	0	1	0	0	2	0	0	0	Pajonal de <i>C. macrophylla</i> y <i>C. intermedia</i> - <i>F. subulifolia</i> <i>P. pauciflora</i> y <i>Agrostis</i> . Presencia de <i>Puya</i> , <i>Carex</i> , <i>Rinchospora</i> , <i>Miconia</i> y abundantes líquenes.
TCIII	0	4	0	4	0	0	0	0	0	1	0	1	0	Paja muy alta, compuesta por <i>C. macrophylla</i> y <i>F. subulifolia</i> , con E ₂ <i>Rhynchospora</i> , <i>Blechnum</i> , <i>Brachyotum</i> , <i>Azorella</i> , <i>Gynoxys</i> , E ₀ con <i>P. bonplandianum</i> , sin evidencias de pastoreo
TII	4	3	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0	Pajonal denso de <i>C. intermedia</i> - <i>F. subulifolia</i> y <i>P. pauciflora</i> . Abundante presencia de <i>Azorella</i> , <i>Miconia</i> , <i>Disterigma</i> y <i>Sibthorpia</i>
TIII	3	3	0	0	0	1	1	0,5	0	0	0	1	0	Pajonal denso con <i>P. pauciflora</i> y E ₀ dominado por <i>P. bonplandianum</i>
TIV	4	3	0	0	0	0,5	1	0	0	0	0	2	0	Pajonal conservado, presencia de líquenes y musgo, E ₀ con <i>P. bonplandianum</i> , E ₁ presenta también <i>Poa pauciflora</i>
TV	4	4	0	0	0	0	0,5	0,5	0	0	0	0	0,1	Pajonal conservado con presencia de <i>Puya</i> , existe pastoreo pero no hay <i>Paspalum</i> .
TVI	4	1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	1	0	Pajonal maduro de <i>C. intermedia</i> , lejos de senderos y animales. Alta presencia paja seca y arbustos.
TVII	3	4	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	Pajonal de <i>C. intermedia</i> - <i>F. subulifolia</i> , con rastros de pastoreo pero sin <i>P. bonplandianum</i>

4.3.5 Biomasa

Se analizaron de forma separada las hojas vivas, de color verde y fotosintéticamente activas, y las hojas secas, de color pardo. Ambos tipos se pesaron por separado, frescas y luego del secado, para obtener la medida del contenido de humedad y de la biomasa aérea de la paja. El contenido de agua promedio registrado para ambos tipos de hojas es del $36\pm 11\%$, siendo esto un dato puramente indicativo, por las rápidas variaciones que presenta.

A partir del peso de hojas verdes y secas de la paja extraída de las 4 sub-parcelas que se muestrearon por cada parcela, se estimaron la biomasa de la paja verde, seca y total para los 21 lugares de muestreo.

La biomasa total va desde 321 hasta 2376 g/m², con un promedio de 1295 g/m² o 12950 kg/ha. La biomasa viva (peso seco de la paja verde) también es muy variable, va de 60 a 389 g/m² con promedio de 219 g/m² o 2190 kg/ha.

Tabla N. 9: Biomasa verde y total por sitio
(estimación hecha a partir del muestreo del 10% de superficie de la parcela)

PARCELA	BIOMASA VERDE (g/m ²)	BIOMASA SECA (g/m ²)	BIOMASA TOTAL (g/m ²)	BIOMASA VERDE (kg/ha)	BIOMASA SECA (kg/ha)	BIOMASA TOTAL (kg/ha)
3CI	139,05	535,00	674,05	1390,5	5350,0	6740,5
3CII	316,01	893,00	1209,01	3160,1	8930,0	12090,1
BI	138,29	262,76	401,04	1382,9	2627,6	4010,4
BII	217,84	748,19	966,02	2178,4	7481,9	9660,2
BIII	236,01	505,00	741,01	2360,1	5050,0	7410,1
BIV	59,85	895,00	954,85	598,5	8950,0	9548,5
LI	131,36	563,62	694,98	1313,6	5636,2	6949,8
LII	307,01	799,69	1106,70	3070,1	7996,9	11067,0
LIII	316,15	1387,00	1703,15	3161,5	13870,0	17031,5
LIV	105,01	405,01	510,01	1050,1	4050,1	5100,1
LV	255,96	2119,67	2375,63	2559,6	21196,7	23756,3
LVI	248,70	1100,31	1349,00	2487,0	11003,1	13490,0
TCI	204,81	1243,04	1447,85	2048,1	12430,4	14478,5
TCII	119,08	475,00	594,08	1190,8	4750,0	5940,8
TCIII	220,82	2110,00	2330,82	2208,2	21100,0	23308,2
TII	239,26	1785,91	2025,16	2392,6	17859,1	20251,6
TIII	207,07	831,54	1038,61	2070,7	8315,4	10386,1
TIV	268,00	1600,00	1868,00	2680,0	16000,0	18680,0
TV	389,03	1254,72	1643,75	3890,3	12547,2	16437,5
TVI	231,23	1445,00	1676,23	2312,3	14450,0	16762,3
TVII	267,91	1686,06	1953,97	2679,1	16860,6	19539,7

En promedio, el 19% de la biomasa corresponde a material verde, aunque esta proporción es muy variable y va del 6 al 35%, evidenciándose la presencia constante de gran cantidad de hojas secas, mezcladas a las verdes y protegiendo puntos de crecimiento.



Figura N. 41: Foto de una macolla de paja, donde se evidencia la gran cantidad de hojas secas, junto a las verdes.

4.3.6 Superficie foliar

A partir de las superficies vegetativas verdes y secas calculadas para la paja extraída de las 4 sub-parcelas que se muestrearon por cada parcela, se estimaron las superficies foliares de la paja verde, seca y total para los 21 lugares de muestreo.

El área foliar total calculada a partir de los datos de campo y laboratorio por parcela, oscila entre 4 (parcela BIII) y 27 (parcela TCIII) m^2 por m^2 de superficie del suelo, con un promedio de 12 m^2 . El área foliar de las hojas verdes va de 0,5 (BIV) hasta 3,8 (LIII) m^2 por m^2 de superficie del suelo, con promedio de 2,1 m^2 . La superficie de hojas verdes fotosintéticamente activas va desde el 6% en la parcela BIV hasta el 69% en la parcela BI, de la superficie foliar total.

Tabla N. 10: Superficie foliar verde y total por sitio
(estimación hecha a partir del muestreo del 10% de superficie de la parcela)

PARCELA	Promedio del diámetro ponderado hojas (mm)	longitud ponderada hojas (cm)	AREA FOLIAR hojas secas (m ² /2 m ²)	AREA FOLIAR VERDE (m ² /2m ²)	AREA FOLIAR TOTAL (m ² /2m ²)	% verde/total	área foliar verde por m ² (en m ²)	área foliar hojas secas por m ² (en m ²)	área foliar total por m ² (en m ²)
3CI	0,49	26,40	10,69	2,78	13,47	20,63	1,39	5,35	6,74
3CII	0,60	35,13	16,57	5,87	22,44	26,14	2,93	8,29	11,22
BI	0,57	35,29	6,35	3,34	9,70	34,48	1,67	3,18	4,85
BII	0,55	38,11	14,64	4,26	18,91	22,55	2,13	7,32	9,45
BIII	0,46	30,31	5,90	2,76	8,65	31,85	1,38	2,95	4,33
BIV	0,55	28,75	14,93	1,00	15,93	6,27	0,50	7,47	7,97
LI	0,56	37,27	10,36	2,42	12,78	18,90	1,21	5,18	6,39
LII	0,55	41,63	13,47	5,17	18,65	27,74	2,59	6,74	9,32
LIII	0,56	52,01	32,82	7,48	40,30	18,56	3,74	16,41	20,15
LIV	0,47	19,10	7,94	2,06	10,00	20,59	1,03	3,97	5,00
LV	0,54	36,04	36,24	4,38	40,62	10,77	2,19	18,12	20,31
LVI	0,55	38,53	17,24	3,90	21,14	18,44	1,95	8,62	10,57
TCI	0,55	34,11	26,00	4,28	30,28	14,15	2,14	13,00	15,14
TCII	0,48	37,14	8,64	2,17	10,80	20,04	1,08	4,32	5,40
TCIII	0,61	59,41	48,37	5,06	53,43	9,47	2,53	24,18	26,72
TII	0,59	46,67	20,66	2,77	23,43	11,81	1,38	10,33	11,72
TIII	0,60	49,95	17,70	4,41	22,10	19,94	2,20	8,85	11,05
TIV	0,53	37,56	31,43	5,26	36,69	14,35	2,63	15,71	18,35
TV	0,57	45,41	20,10	6,23	26,33	23,67	3,12	10,05	13,16
TVI	0,47	40,92	22,63	3,62	26,25	13,79	1,81	11,32	13,13
TVII	0,54	39,48	33,22	5,28	38,50	13,71	2,64	16,61	19,25

4.3.7 Suelos

Los suelos tienen profundidad variable, que se evaluó someramente en campo. Sólo 6 parcelas presentan suelos con profundidad inferior o igual a los 50 cm, las restantes tienen suelos de más de 50 cm de profundidad, pero nunca mayor a 100 cm. Las parcelas con suelos superficiales tienen siempre elevadas pendientes, con la excepción de la parcela TVI.

Al momento del muestreo los suelos tuvieron siempre un elevado grado de humedad, pese a que el muestreo se realizó en diferentes épocas del año; once de ellos tuvieron suelo saturado y diez presentaron suelo húmedo.

La apreciación de la textura hecha en campo determinó la presencia de 7 parcelas con textura limo-arcillosa y 14 con textura limosa. La textura determinada en laboratorio para 12 parcelas no coincide con la apreciación al tacto, siendo la textura franco-arenosa en 8 muestras y franco-arcillo-arenosa en 4.

Todos los suelos son ácidos y el pH va de 4 a 5,3. La materia orgánica es muy elevada y va del 30 al 48%. En cuanto a los elementos, las bases de intercambio tienen valores bajos en la mayoría de los casos, sobre todo el calcio, en contraste el hierro y sobre todo el aluminio están presentes en cantidades elevadas. El nitrógeno es elevado en la mayoría de las parcelas, sobre todo el amonio es siempre alto en comparación al nitrato, excepto en la parcela TIV. El fósforo disponible presenta valores modestos en la mayor parte de las parcelas.

Tabla N. 11: Parámetros edáficos determinados en el campo, en todas las parcelas

PARCELA	Roca y suelo descubierto (%)	Textura tacto	Humedad	Profundidad
3CI	10	limoso	Húmedo	superficial
3CII	0	limoso	Húmedo	profundo
BI	0	limo-arcilloso	Saturado	profundo
BII	0	limo-arcilloso	Saturado	profundo
BIII	4	Limoso	Húmedo	superficial
BIV	0	limo-arcilloso	Saturado	profundo
LI	2	limo-arcilloso	Húmedo	superficial
LII	1	Limoso	Húmedo	profundo
LIII	5	limoso	Húmedo	profundo
LIV	0	limoso	Saturado	profundo
LV	8	Limoso	Saturado	profundo
LVI	5	limoso	Saturado	profundo
TCI	2	limoso	Húmedo	superficial
TCII	0	Limoso	Húmedo	profundo
TCIII	4	Limo-arcilloso	Saturado	profundo
TII	0	limo-arcilloso	saturado	profundo
TIII	0	limo-arcilloso	Húmedo	profundo
TIV	4	limoso	Húmedo	profundo
TV	10	limoso	Saturado	superficial
TVI	5	Limoso	Saturado	superficial y rocas
TVII	8	Limoso	Saturado	profundo

Tabla N. 12: Parámetros edáficos determinados en laboratorio, para 12 parcelas

PARCELA	N. ident. Laboratorio	pH	M.O. %	C.E. mmhos/cm	CIC meq/100ml	NH ₄ ppm	NO ₃ ppm	P ppm	K meq/100ml	Ca meq/100ml	Mg meq/100ml	Na meq/100ml	Al+H meq/100ml	CICE meq/100ml	Cu ppm	Fe ppm	Mn ppm	Zn ppm	B ppm	SO ₄ ppm	Fe/Mn	Ca/Mg	Mg/K	Ca+Mg/K	Arena%	Limo%	Arcilla%	Textura laboratorio
3CII	8	4,5	38,22	0,47	58	310,0	40,7	16,0	0,28	2,27	0,62	0,05	11,7	14,92	3,4	374,1	81,5	7,8	0,07	41,8	4,59	3,66	2,21	10,32	60	20	20	Fr.arc.aren-Fr.aren
8III	11	4,2	39,31	0,75	56	191,7	23,7	5,8	0,23	1,19	0,42	0,05	8,2	10,09	1,3	181,7	3,5	2,6	0,01	63,5	51,91	2,83	1,82	7,00	68	16	16	Fr-aren
8IV	12	4,2	48,40	0,83	54	328,3	84,6	9,0	0,22	1,02	0,38	0,03	7,3	8,95	2,3	606,0	6,5	5,1	0,10	53,2	93,23	2,68	1,72	6,36	60	18	22	Fr.arc.Aren
LII	7	5,3	38,57	0,21	56	118,5	20,0	5,4	0,44	3,12	0,71	0,03	5,3	9,60	2,9	134,4	9,9	6,5	0,01	6,7	13,57	4,39	1,61	8,70	52	30	18	Fr-Fr.aren
LIII	2	5,2	29,54	1,22	34	180,7	82,2	11,0	0,42	5,88	1,13	0,03	2,3	9,76	1,4	122,4	84,0	8,1	0,23	23,9	1,45	5,20	2,69	16,69	50	28	22	Fr-Fr.Arc-Aren
LIV	3	4,4	42,51	0,47	40	190,5	7,8	11,3	0,23	1,66	0,54	0,03	5,8	8,26	1,0	239,4	2,2	2,5	0,01	23,0	108,81	3,07	2,34	9,56	62	20	18	Fr-aren
LV	9	4,4	45,87	0,86	52	358,8	11,5	14,3	0,40	2,36	0,77	0,06	7,5	11,09	1,5	336,9	4,9	4,1	0,01	40,4	68,75	3,06	1,92	7,82	66	20	14	Fr.aren
TCII	10	4,0	47,17	1,10	52	295,4	83,4	11,2	0,23	1,35	0,49	0,04	12,5	14,61	1,6	286,4	9,0	7,8	0,43	117,7	31,82	2,75	2,13	8,00	64	16	20	Fr.arc.aren-Fr.aren
TCIII	1	4,5	39,79	1,05	51	291,7	174,9	8,7	0,26	2,98	0,85	0,03	8,6	12,72	2,3	311,6	34,6	5,0	0,52	43,3	9,00	3,50	3,26	14,73	66	18	16	Fr-aren
TIV	4	4,5	31,47	0,86	40	75,9	196,8	5,0	0,18	3,24	0,68	0,03	5,7	9,83	1,7	121,2	13,0	5,2	0,98	4,2	9,32	4,76	3,77	21,77	58	24	18	Fr-aren
TVI	5	4,5	41,34	1,99	45	384,4	437,1	10,6	0,40	4,11	0,83	0,05	7,0	12,39	2,6	176,4	387,5	13,2	2,45	58,1	0,45	4,95	2,07	12,35	60	24	16	Fr-aren
TVII	6	4,9	32,45	0,85	50	424,6	49,3	7,3	0,38	2,03	0,54	0,06	7,0	10,01	10,1	197,8	242,5	7,4	0,01	57,1	2,46	3,75	1,42	6,76	77	20	14	Fr-aren

4.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.4.1 Estructura vertical

En todas las parcelas domina el estrato E_1 , en 6 de ellas existen valores del estrato E_0 mayor al 30%; la presencia de paja de altura menor a 10 cm se debe al pastoreo reincidente, como en las parcelas LIV y BIV, que presentan el 50% o más de cobertura de esta clase; o a la exposición a condiciones ambientales de alta ventosidad y baja precipitación, como en el caso de la parcela 3CI, que se encuentra en las cercanías del divisorio de aguas, en la vertiente occidental, a esta altura más seca que la oriental, y en un lugar muy expuesto al viento.

Además de Poaceae, muchas otras especies que viven de manera preferente en el pajonal, conforman los estratos E_0 y E_1 . Los inventarios realizados en las parcelas en estudio documentan la presencia de 18 hasta 45 diferentes especies en 20 m².



Figura N. 42: Presencia de *Gentianella hirculus*, especie endémica del PNC, en el estrato E_0 de pajonal con presencia de conejos.



Figura N. 43: Presencia de *Halenia taruga-gasso* y *Lupinus tauris* en el estrato E_1 de pajonal en la sub-cuenca Migüir.

La presencia del estrato E_0 brio-liquénico está relacionada con la humedad atmosférica, más que con la humedad edáfica, como lo demuestra el hecho de la baja cobertura de este estrato en la mayor parte de las parcelas, pese a la elevada humedad del suelo registrada en todos los lugares de muestreo. Las tres parcelas ubicadas a mayor altitud presentan niveles de musgos y líquenes del 10%, probablemente por los altos niveles de humedad atmosférica presente encima de los 4000 m de elevación. Por otro lado, la parcela TVI, que tiene una cobertura por musgo y líquen del 80%, no presenta signos de pastoreo y pisoteo, ni cercanía a la carretera. El pastoreo repetido podría afectar directamente a la cantidad de musgos presentes o, más probablemente, de manera indirecta, debido a que la disminución del estrato E_1 no permite mantener la adecuada humedad debajo del dosel, para el crecimiento de briófitos.

El estrato E_2 está presente sólo en los pajonales menos elevados, como LV, que registra presencia de *Chuquiraga jussieui* y TCIH, que es la parcela más baja, a menos de 3600 m de altitud.



Figura N. 44: Parcela TVI, donde se evidencia la abundante cobertura por musgo y la presencia, fuera del área de muestreo, de arbustos del género *Gynoxys*.

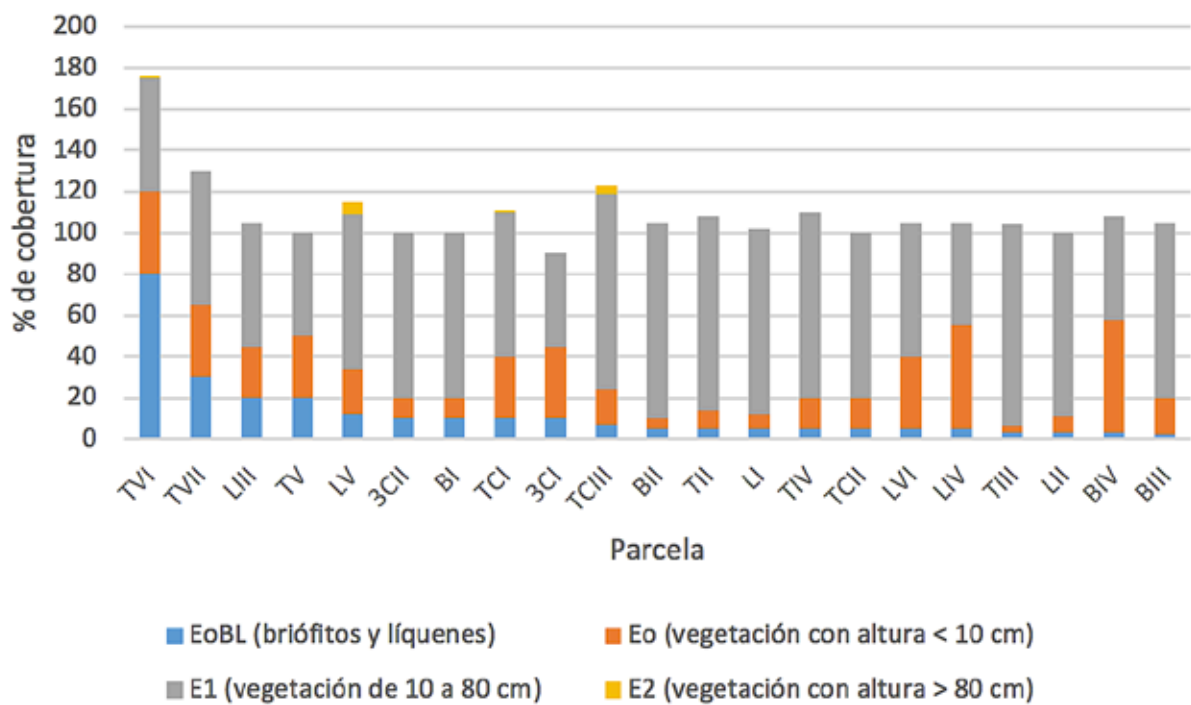


Figura N. 45: Estructura vertical de la vegetación en las parcelas analizadas, ordenadas por valores decrecientes de E_{oBL}

4.4.2 Cobertura basal y cobertura de copa de la paja

La cobertura basal tiene valores modestos, en cambio, con frecuencia la cobertura de copa de la paja tiene valores superiores a la superficie de la parcela. Esto se debe a la típica forma de la macolla, que permite que las partes superiores de las mismas se superponga. Las menores coberturas de copa registradas corresponden a parcelas sometidas a fuerte pastoreo (parcelas LIV y BIV) o parcelas expuestas a viento y elevada altitud (3CI y BII). Estas parcelas frecuentemente presentan una menor longitud de la macolla, siendo la correlación entre la cobertura de copa y la longitud media medida en campo, elevada ($r=0,65$, $p<0,01$), (figura n. 23). La correlación entre cobertura basal y de copa es significativa ($r=0,57$, $p<0,01$), como se aprecia en el siguiente gráfico.

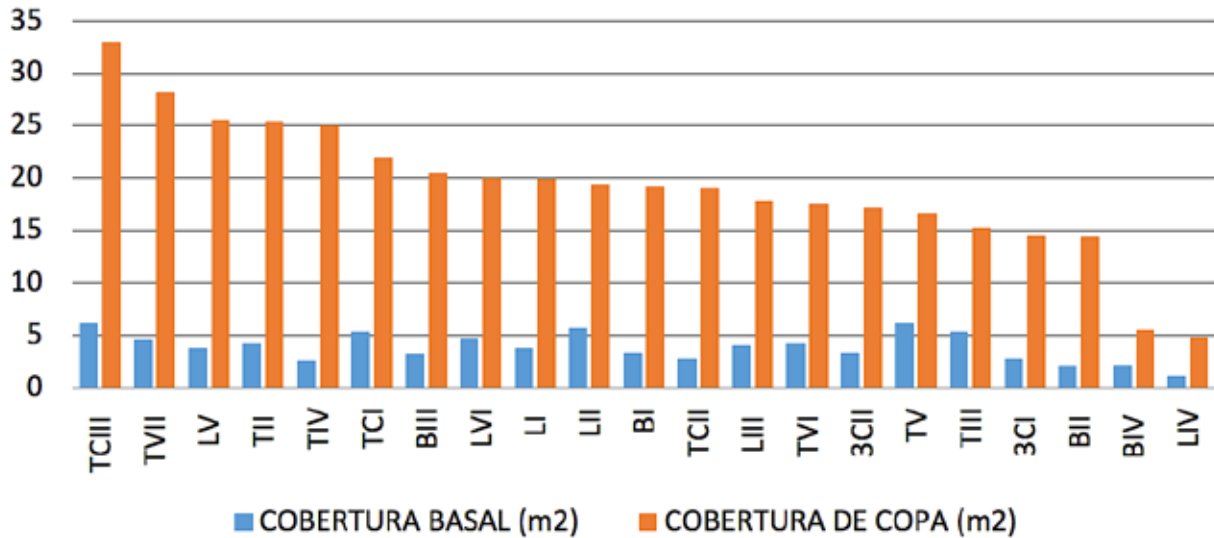


Figura N. 46: Cobertura basal y de copa (m²) de las macollas de paja en parcelas de 20 m²

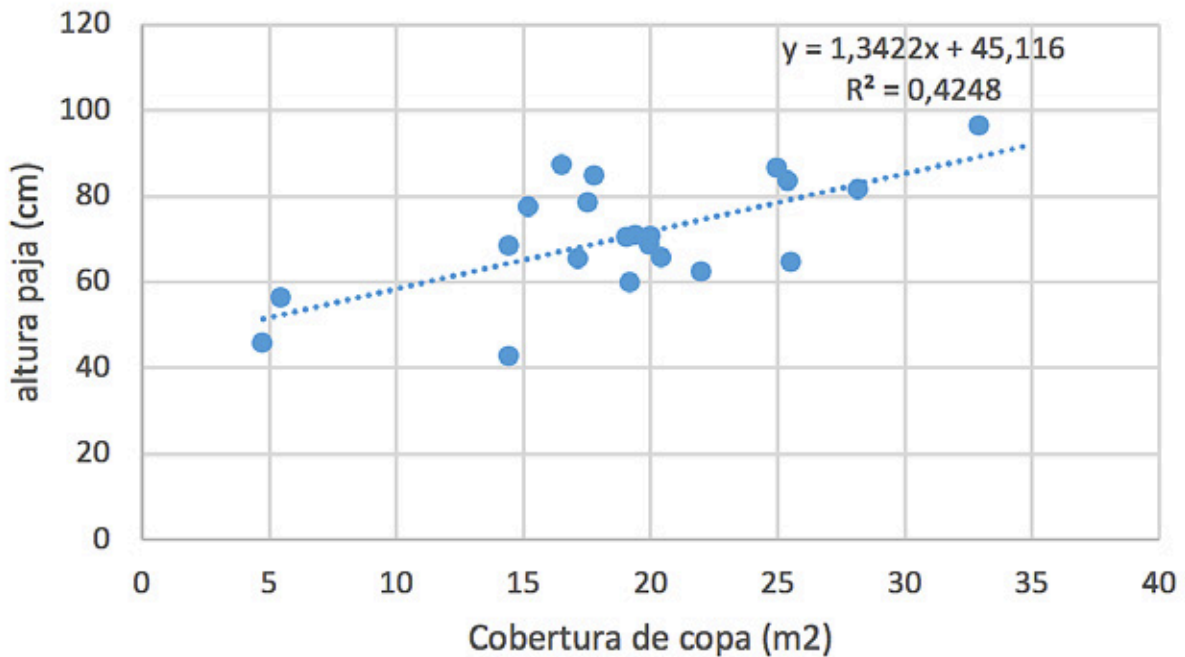


Figura N. 47: Relación entre la cobertura de copa y la altura promedio de la paja en parcelas de 20 m²

El número de macollas presentes en la parcela no se relaciona con la cobertura basal y de copa, debido a la enorme variabilidad de tamaño: puede haber muchas macollas pequeñas o pocas grandes y originar una misma cobertura, en función de su circunferencia basal y sus diámetros de copa. Adicionalmente, se ha comprobado que la enumeración de las macollas varía entre personas y muestreos: esto se debe a la dificultad de diferenciar entre una macolla y la otra, por su crecimiento gregario.

4.4.3 Composición florística de las macollas

El género *Calamagrostis* domina el pajonal del PNC y está presente en todas las parcelas muestreadas. *C. intermedia* es la especie más abundante de este género en la zona estudiada, pero es sustituida por *C. macrophylla* en los pajonales ubicados a alturas inferiores a 3800 m, y por *C. rigida* y otra especie no identificada del mismo género, en la vertiente occidental y otras pequeñas áreas del Cajas. *Festuca subulifolia* acompaña a *Calamagrostis* en 19 de las 21 parcelas, y *F. asplundii* está presente en las 3 parcelas de mayor altura, por encima de los 3900 m. Es la primera vez que se documenta la presencia de esta especie vivípara en esta área y altura del PNC, los anteriores registros eran sólo en la zona meridional y a alturas inferiores. Solamente en 1 de las 21 parcelas no se ha registrado el género *Festuca*, confirmando la dominancia de la asociación *Calamagrostis-Festuca* en el pajonal del PNC.

Paspalum bonplandianum no se registró nunca sobre los 4000 m, y es más abundante en lugares con pastoreo de animales (LII, LIV, LVI) o tránsito de personas (LIII, LV, TIII). La forma rastrera permite su crecimiento incluso en la parte basal de la paja bien conservada, además en lugares pisoteados.

Cuando la paja no está fértil, es muy complicado discriminar las especies con base a sus hojas y estructuras vegetativas, por esta razón en muchas parcelas se realizaron varias visitas, con el objetivo de encontrar especímenes fértiles y cuantificar la abundancia de cada especie. Sólo en el caso de las especies *Poa pauciflora* y *Poa paramoensis*, no se logró determinar de manera exacta la abundancia de cada una de las especies. Se registraron en 16 de las 21 parcelas, pero nunca como especies dominantes.

4.4.4 Biomasa

La biomasa aérea total varía notablemente entre las sub-parcelas, debido a la forma de crecimiento amacollado que tiene la paja, presentando lugares con mayor y menor densidad en una misma parcela. La forma de muestreo aplicada cubre de manera sistemática el 10% de la superficie de la parcela y garantiza una correcta estimación de la biomasa aérea en ella contenida.

La biomasa total de la paja tiene una correlación positiva con su altura promedio y con su cobertura de copa ($r=0,70$ altura promedio-biomasa total y $r=0,67$ cobertura de copa-biomasa total, $p<0,001$ en ambos casos), mientras que para la biomasa verde se encontraron correlaciones positivas con la altura y cobertura basal de la paja ($r=0,62$ altura promedio-biomasa verde y $r=0,58$ cobertura basal-biomasa verde, $p<0,01$ en ambos casos).

Existe moderada correlación entre biomasa total y verde ($r=0,60$, $p<0,01$), probablemente por dos razones: Por un lado, las hojas secas prevalecen cuando la paja es madura y sin disturbios, como en el caso de las parcelas TCIII, LV y TII: son lugares con pajonal alto, sin evidencias de pastoreo y con elevada biomasa total, pero una fracción verde baja (9, 11 y 12 % respectivamente); la parcela con el valor de biomasa total menor (BI) es también aquella con el mayor porcentaje de biomasa verde (34%). Por otro lado, la parcela BIV tiene la más baja proporción de biomasa verde, pero no presenta valores de biomasa total elevados, probablemente por el marcado pastoreo de bovinos, equinos y camélidos. Al igual que en la parcela LIV, que presenta un alto impacto por pastoreo, la disminución de la fracción verde acompaña a la disminución de la biomasa total.



Figura N. 48: Pastoreo cerca de laguna Larga, que afecta directamente a la cantidad de paja presente.

Las variaciones entre parcelas se reportan en el siguiente gráfico.

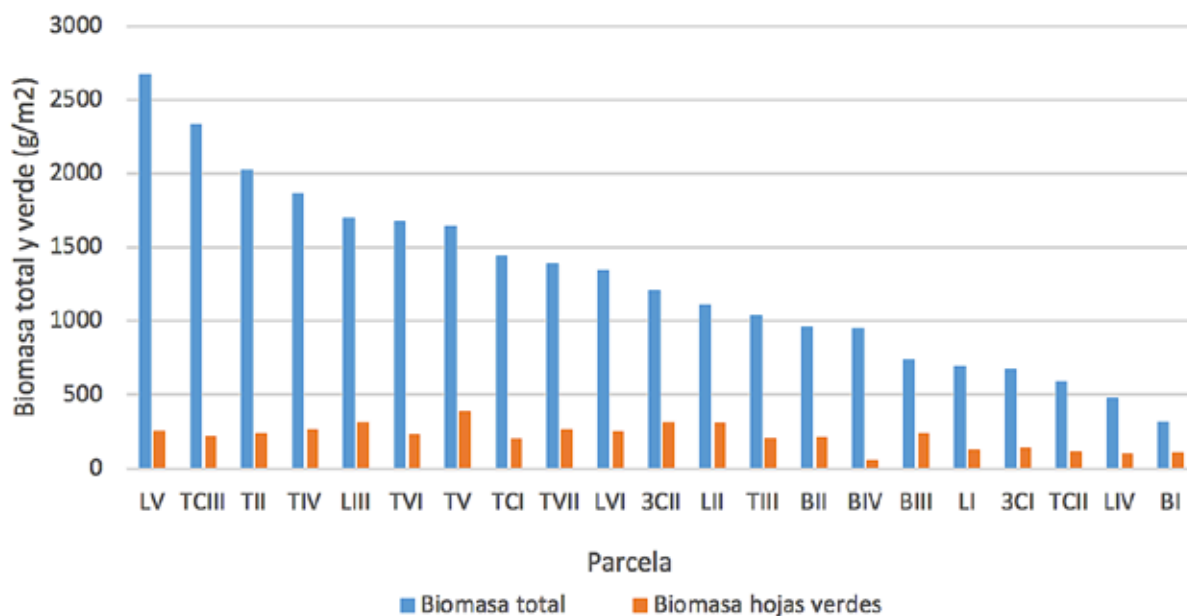


Figura N. 49: Biomasa total y de hojas verde (en g/m²) de la paja en parcelas de 20 m²

El ANOVA evidencia diferencias significativas entre parcelas para la biomasa total ($F=2,364$, $p=0,0051$) y, en menor medida, para la biomasa viva ($F=2,181$, $p=0,010$). El análisis post-hoc aplicando el test Tukey a la variable “biomasa total” muestra que la parcela LV tiene un valor

significativamente mayor a las parcelas BI ($p=0,017$) y LIV ($p=0,0389$). Para la “biomasa verde” las únicas parcelas que difieren significativamente entre si son BIV (menor biomasa) y TV (mayor biomasa) ($p=0,015$).

Tabla N. 13: ANOVA y test post-hoc realizados para la variable “Biomasa total”.
(Se indican únicamente los contrastes significativos)

ANOVA	Df	Sum Sp	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<i>Parcela</i>	20	31147233	1557362	2.364	0.00508**
<i>Residuos</i>	63	41511799	658917		
Prueba Tukey	diff	lwr	upr		p adj
LV-BI	2354.79	215.91	4493.67		0.0167138 *
LV-LIV	2190.62	51.74	4329.50		0.0388655 *

+La prueba de Shapiro indica que la biomasa total de todas las parcelas tiene una distribución normal.

Tabla N. 14: ANOVA y test post-hoc realizados para la variable “Biomasa verde”.
(Se indican únicamente los contrastes significativos)

ANOVA	Df	Sum Sp	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<i>Parcela</i>	20	551464	27573	2.181	0.01 *
<i>Residuos</i>	63	796575	12644		
Prueba Tukey	diff	lwr	upr		p adj
TV-BIV	329.18	32.89	625.47		0.0148941 *

+La prueba de Shapiro indica que la biomasa verde de todas las parcelas tiene una distribución normal, excepto para la parcela BIII ($p\text{-value} = 0.009$)

4.4.5 Superficie foliar

Las numerosas hojas finas y circulares, la forma amacollada o en penacho y la gran cantidad de hojas muertas que permanecen en la planta son los principales factores que permiten incrementar el área foliar de la paja y, por ende, la superficie de captación y retención del agua, así como su superficie fotosintetizante.



Figura N. 50: Paja con agua de condensación en la superficie de sus hojas (foto tomada aproximadamente a las 8:30 am, noche anterior y mañana sin lluvia)

La variación de la superficie foliar depende principalmente de la variación de la longitud ponderada de las hojas ($\mu = 39$ cm, $SD = 9$ cm) y de su número ($\mu = 2795$, $SD = 924$ hojas por m^2) debido a que su diámetro promedio no varía sustancialmente entre parcelas ($\mu = 0,54$ mm, $SD = 0,04$ mm).

La correlación entre las áreas foliares verde y seca es modesta ($r = 0,52$, $p < 0,05$), debido a lo expuesto en el punto referente a biomasa. Efectivamente, existe una elevada correlación entre el peso y la superficie foliar de la paja ($r = 0,91$ biomasa – área foliar total; $r = 0,73$ biomasa – área foliar verde). También la cobertura de copa está en relación positiva con la superficie foliar total ($r = 0,66$). Estas correlaciones son útiles para simplificar el cálculo de las superficies foliares totales y verdes, a partir de simples mediciones de biomasa y cobertura del pajonal.

Entre parcelas existen marcadas diferencias en su superficie foliar:

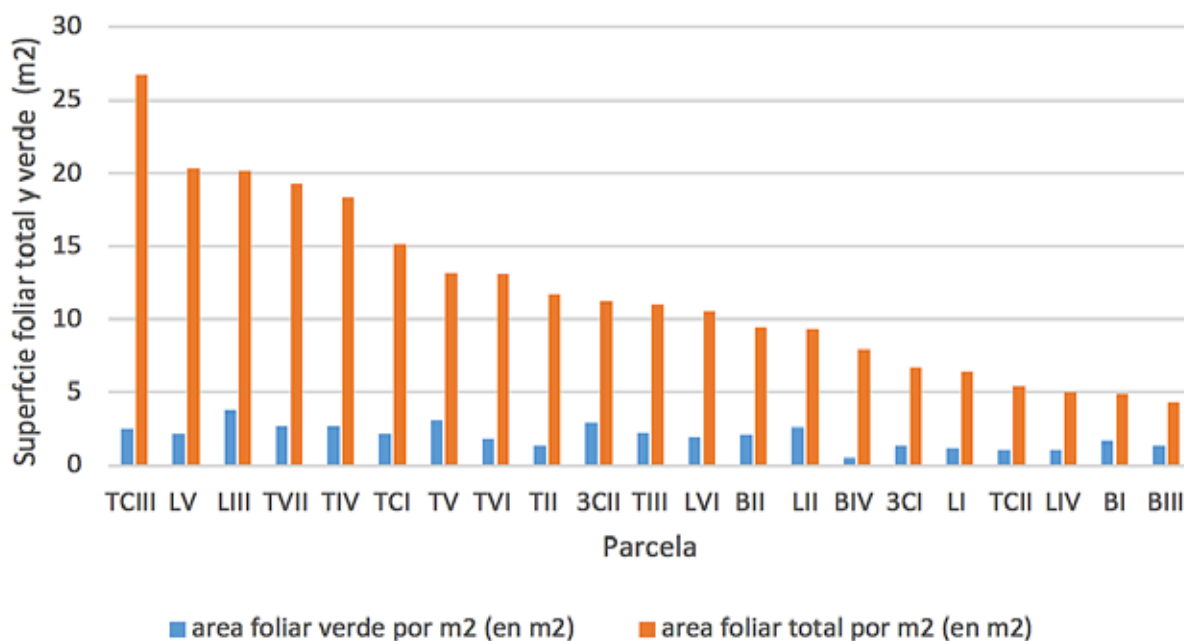


Figura N. 51: Área foliar total y verde de la paja (en m^2/m^2) en las 21 parcelas

El área foliar total tiene una ligera correlación inversa con la elevación de las parcelas ($r = -0,52, p < 0,05$), siendo, por lo general, las parcelas ubicadas a menor elevación las que tienen mayor cantidad de superficie foliar (figura n. 28), aunque otro factor influye de manera evidente: el pastoreo, como ocurre en la parcela BIII, LIV, 3CI, BIV. El ANOVA pone en evidencia variaciones significativas ($F = 1,963; p = 0,022$), el test post-hoc de Tukey detecta que la parcela TIII difiere significativamente mayor superficie foliar que las parcelas BI ($p = 0,018$), LIV ($p = 0,037$), BIII ($p = 0,043$) y TCII ($p = 0,047$).

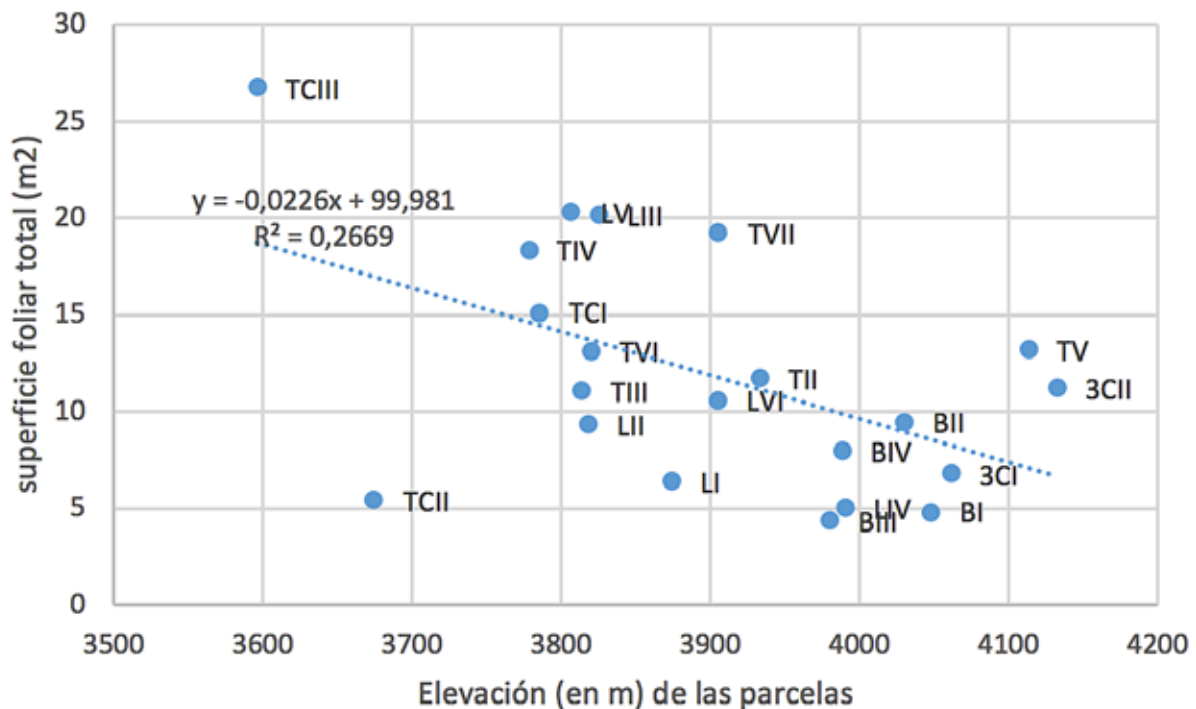


Figura N. 52: Relación entre la elevación y la superficie foliar total

Tabla N. 15: ANOVA y test post-hoc realizados para la variable “Superficie foliar total”.
(Se indican únicamente los contrastes significativos)

ANOVA	Df	Sum Sp	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Parcela	20	3484	174.18	1.963	0.0224 *
Residuos	63	5590	88.73		
Prueba Tukey	diff	lwr	upr		p adj
TCIII-BI	27.22	2.40	52.04		0.0175040 *
TCIII-BIII	25.18	0.36	49.99		0.0431002 *
TCIII-LIV	25.51	0.70	50.33		0.0374169 *
TCIII-TCII	24.97	0.15	49.79		0.0469053 *

+La prueba de Shapiro indica que la superficie foliar total de todas las parcelas tiene una distribución normal.

El ANOVA evidencia significativas variaciones del área foliar verde también ($F = 1,842; p = 0,035$). Con el test a posteriori Tukey se detecta una diferencia significativa entre la parcela LIII (con mayor área foliar verde) y BIV, que presenta la menor área foliar verde ($p = 0,0296$).

Tabla N. 16 ANOVA y test post-hoc realizados para la variable “Superficie foliar verde”.
(Se indican únicamente los contrastes significativos)

ANOVA	Df	Sum Sp	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Parcela	20	50.63	2.532	1.963	0.0347 *
Residuos	63	86.57	1.374		
Prueba Tukey	diff	lwr	upr		p adj
LIII-BIV	3.24	0.15	6.33		0.0296929 *

+La prueba de Shapiro indica que la superficie foliar verde de todas las parcelas tiene una distribución normal, excepto para la parcela LI (p-value = 0.03395).

4.4.6 Suelos

El análisis de los muchos parámetros edáficos determinados en laboratorio, se centra en aquellos más críticos en el páramo del PNC.

El pH está entre 4 y 5 y solamente las parcelas LII y LIII presentan valores de pH de 5,3 y 5,2.

El grado de saturación de bases es bajo en todas las parcelas y especialmente en BIV y LIV. De los cationes, el que presenta mayor deficiencia es Ca^{2+} , que solamente en las parcelas LIII y TVI tiene niveles poco inferiores a la suficiencia, mientras que en los demás puntos de muestreo está a niveles mínimos.

Asociada a la acidez y desaturación del suelo, existe un exceso de iones Al en todas las parcelas analizadas, a excepción de LIII, donde presenta un valor alto, pero no excesivo.

De las 12 parcelas 3 presentan P disponible muy bajo (BIII, LII y TIV) y 3 ligeramente bajo (TVII, TCIII y BIV).

Los suelos analizados y, en general, del páramo del PNC, son poco profundos, muy ácidos y pobres en bases de intercambio, con elevada presencia de Al, y, en algunos casos, baja disponibilidad de P. El N se encuentra prevalentemente en su forma reducida, como NH_4^+ . Lo que les hace suelos poco aptos para cualquier tipo de cultivo agrícola o forestal.

Se destaca en cambio su importancia para el secuestro del carbono, al igual que para la regulación hídrica: la materia orgánica es muy elevada en todas las parcelas, que presentan siempre un horizonte A órgano-mineral de color oscuro. Además, estos suelos presentan alta humedad y frecuentemente saturación de agua, durante al menos 10 meses al año.

4.4.7 Modelos para la estimación de biomasa y área foliar

El propósito de los análisis realizados es hallar modelos que expliquen las variaciones de la biomasa total y verde, así como de las superficies foliares total y verde, y permitan su estimación a partir de las variables ambientales, tanto bióticas como abióticas.

Debido al bajo número de muestras en comparación a las muchas variables medidas, el normal análisis de regresión lineal no es adecuado. La técnica apta en este caso es la “Lasso regression” la cual añade al criterio de los mínimos cuadrados un factor de penalización, ligado a la magnitud de los coeficientes. Este factor lambda permite eliminar los coeficientes que tienden a cero y bajar los coeficientes muy elevados, que podrían ser sobreestimados; de esta manera, Lasso es una técnica muy eficaz para reducir las variables, seleccionando las más significativas.

4.4.7.1 Biomasa total

Para la biomasa total, se hallaron dos modelos.

a. Modelo 1:

Se basa en 24 variables independientes y no toma en cuenta los parámetros edáficos. Este modelo reduce al mínimo el error cuadrático medio e incluye 6 variables, que explican más del 63% de su variabilidad. Estas son:

- Impacto, que tiene un efecto negativo, cuanto más alto, menor biomasa
- *Festuca subulifolia*, cuya presencia se relaciona con valores más altos de biomasa
- Exposición a este, que se relaciona con mayor biomasa
- Pendiente, que tiene relación negativa con la biomasa
- Exposición a oeste, que está ligado a una menor biomasa total, así como la
- Presencia de *Agrostis sp.*

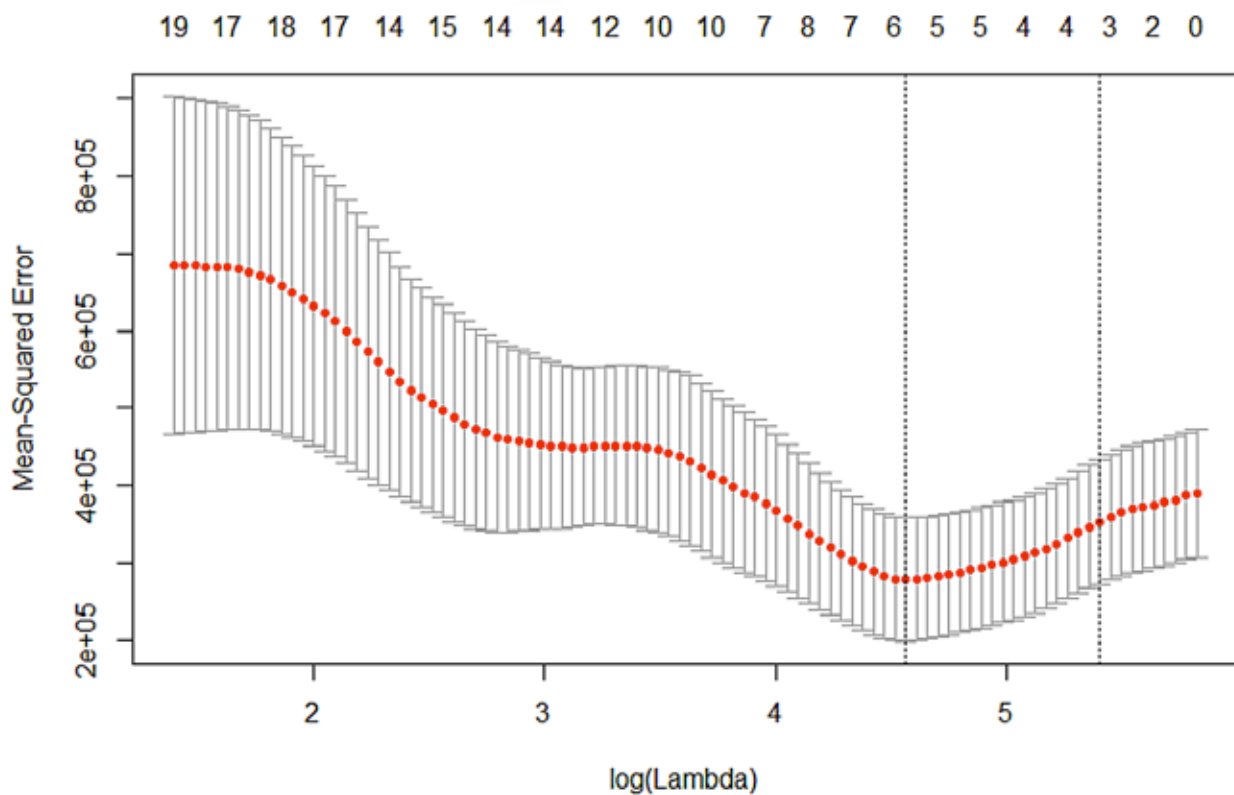


Figura N. 53: Variación del error al variar lambda. La primera línea punteada indica que el valor mínimo de error se obtiene con 6 variables explicativas (el número en la parte superior). La segunda línea punteada indica que este número se puede bajar a 4 variables, manteniendo un error “aceptable”. En este caso son eliminadas las variables “exposición a oeste” y “abundancia de *Agrostis sp.*” (Elaboración Roberta Turra, 2018)

El modelo 1 presenta la siguiente ecuación:

$$BIOMASA_TOTAL = 1472.834059 - (221.56176 * IMPACTO) - (82.986807 * Agrostis_sp) + (100.641717 * E) + (102.320785 * Festuca_subulifolia) - (6.422509 * PENDIENTE) - (25.45547 * W)$$

Estimando la biomasa total con esta ecuación se obtienen resultados un poco diferentes a los reales, sin embargo, la correlación entre biomasa calculada y medida es elevada ($r=0,8414$, $p<0,01$; $r^2=0,708$).

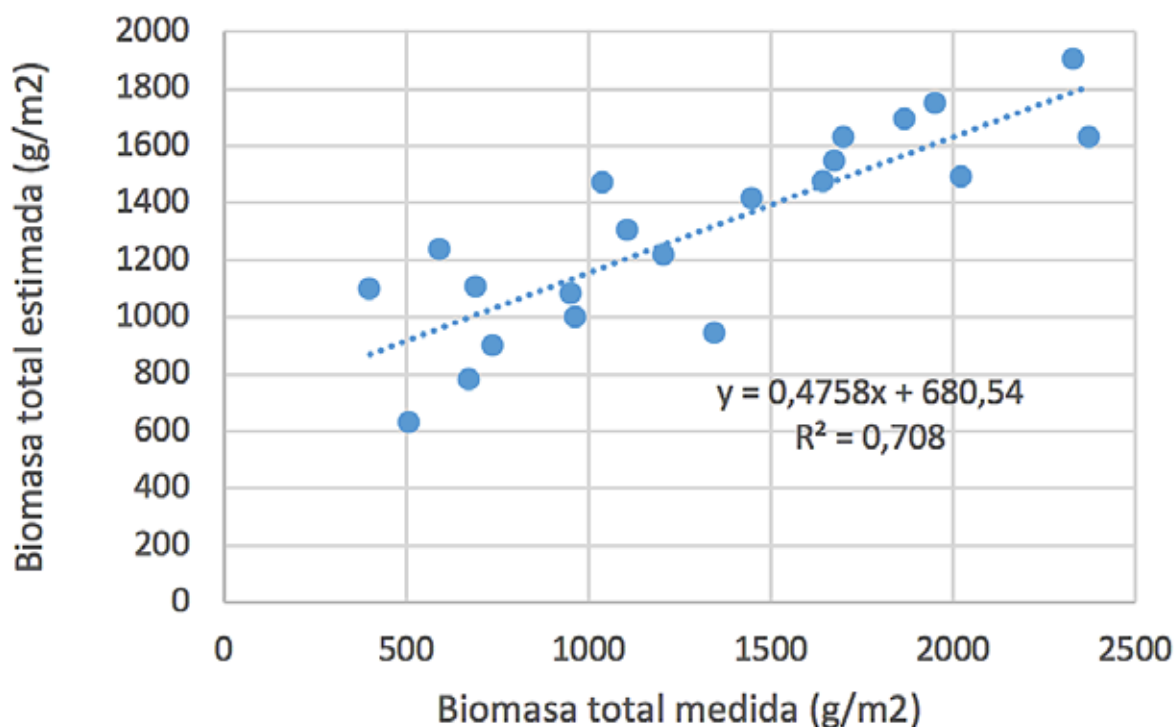


Figura N. 54: Relación entre la biomasa total medida y calculada a partir de la ecuación del modelo 1.

b. Modelo 2:

Se basa en 27 variables independientes porque a las 24 empleadas anteriormente, incluye 3 parámetros edáficos que se midieron en todas las parcelas: textura, humedad y profundidad. Cabe mencionar que son parámetros cualitativos, que el programa ha convertido a un sistema binario (con valores 0 y 1) antes del análisis. Este modelo reduce al mínimo el error cuadrático medio e incluye 7 variables, que explican más del 68% de su variabilidad. Estas son:

- Impacto, que tiene un efecto negativo, cuanto más alto, menor biomasa
- *Festuca subulifolia*, cuya presencia se relaciona con valores más altos de biomasa
- Exposición a este, que tiene efecto positivo sobre biomasa
- Pendiente, que tiene relación negativa con la biomasa
- Presencia de *Agrostis sp.* que está ligado a una menor biomasa total
- Presencia de *Paspalum bonplandianum*, asociada a valores más elevados de biomasa
- Suelo saturado, también asociado a altos valores de biomasa

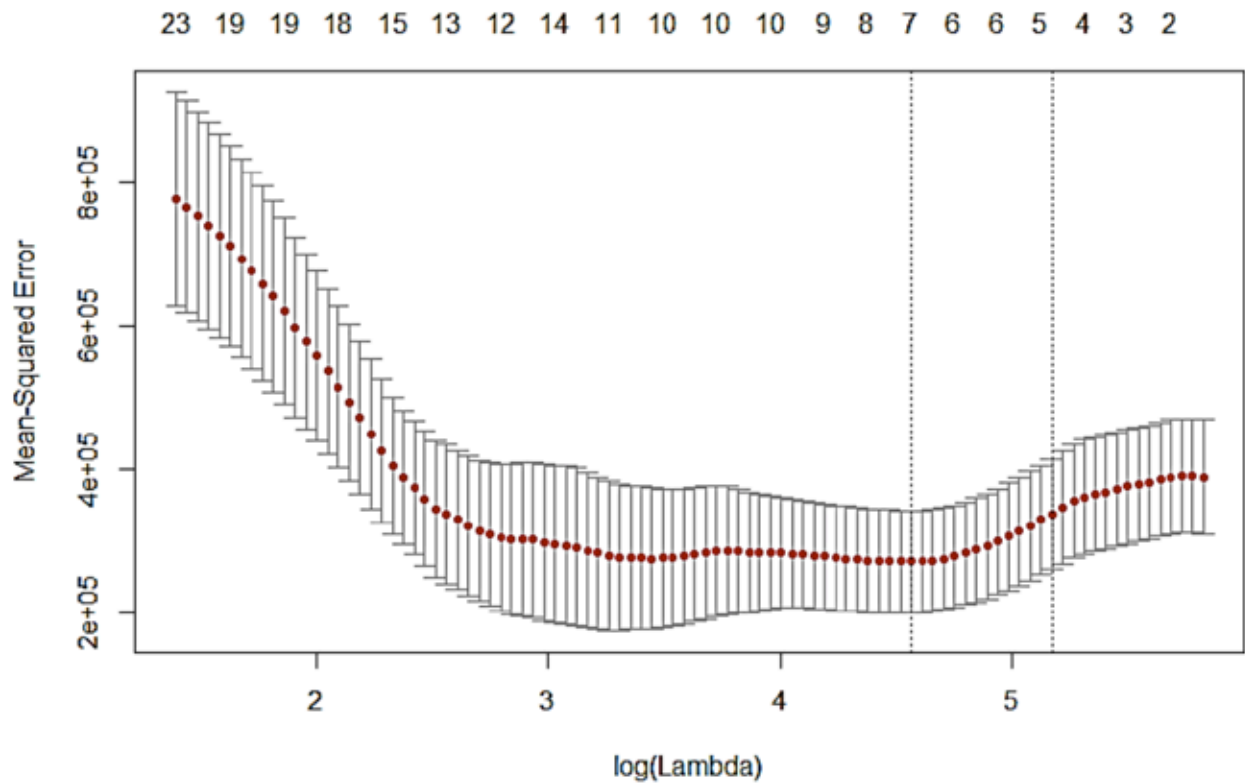


Figura N. 55: Variación del error al variar lambda. La primera línea punteada a la izquierda indica que el valor mínimo de error se obtiene con 7 variables explicativas (el número en la parte superior). (Elaboración Roberta Turra, 2018)

Al igual que en el modelo anterior, las variables más relevantes son “impacto” y “abundancia de *F. subulifolia*”. El modelo incluye una variable del suelo y la presencia de una gramínea no amacollada como efectos positivos.

La ecuación es:

$$BIOMASA_TOTAL = 1327.797823 - (4.696147 * PENDIENTE) + (138.262678 * E) + (98.018084 * Festuca_subulifolia) - (75.27747 * Agrostis_sp) + (8.957713 * Paspalum_bonplandianum) - (222.824742 * IMPACTO) + (157.450603 * SueloSaturado)$$

El cálculo de la biomasa total estimada obtiene resultados cercanos a los reales, y la correlación entre biomasa calculada y medida es más elevada que la anterior ($r=0,8747$, $p<0,01$; $r^2=0,765$).

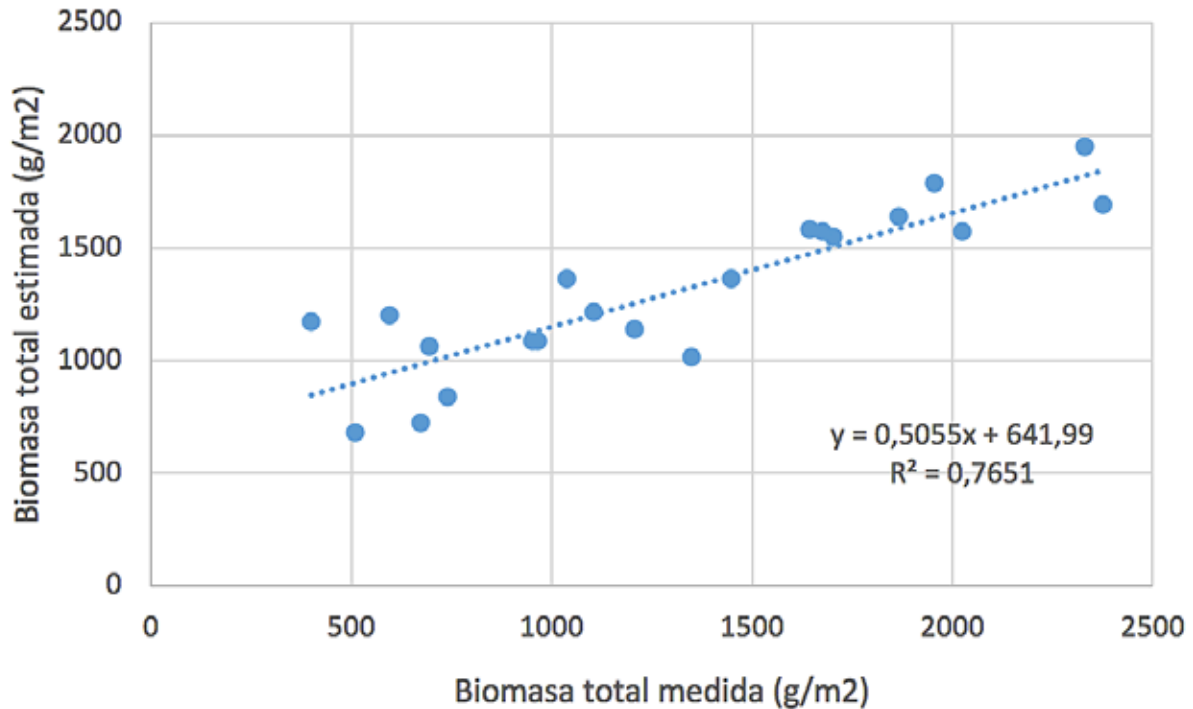


Figura N. 56: Relación entre la biomasa total medida y calculada a partir de la ecuación del modelo 2.

4.4.7.2 Área foliar

En el caso de la Superficie foliar total, adoptando el método que parte de 24 variables (excluyendo por lo tanto los 3 parámetros de suelo del modelo 2) y aplicando el mismo procedimiento, se obtuvo que el modelo con el mínimo error cuadrático medio incluye 12 variables, que explican el 89% de la variación de la superficie foliar total.

- El impacto se relaciona a una menor superficie foliar total
- 5 especies de Poaceae se relacionan con valores más altos de área foliar (*F. subulifolia*, *F. asplundii*, *C. rigida*, *Stipa rosea* y *P. bonplandianum*)
- 2 especies se relacionan con valores inferiores de superficie foliar (*Agrostis toluensis* y *Poa pauciflora/paramoensis*)
- La pendiente que tiene relación negativa con la biomasa
- La exposición a Oeste y Sur-Oeste también tienen relación negativa con la biomasa
- La ubicación en ladera tiene también un efecto positivo sobre la superficie foliar total

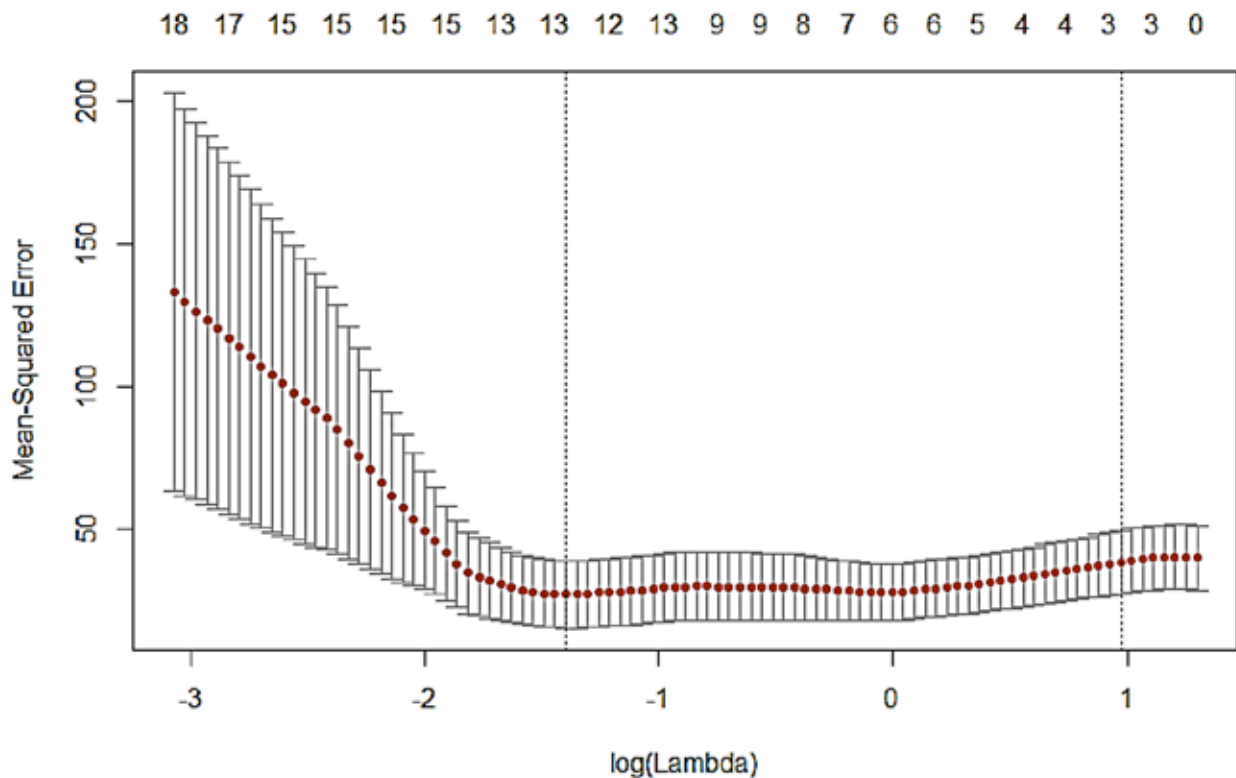


Figura N. 57: Variación del error al variar lambda. La primera línea punteada indica que el valor mínimo de error se obtiene con 12 variables explicativas (el número en la parte superior). La segunda línea punteada indica que este número se puede bajar a 3 variables, manteniendo un error “aceptable”. Sin embargo, el porcentaje de variabilidad explicada baja, al bajar el número de variables, como se puede apreciar en esta figura. (Elaboración Roberta Turra, 2018)

Las 3 variables más influyentes, que explican buena parte de la varianza del área foliar, son Impacto, *Festuca subulifolia* y la exposición a este (en positivo) u oeste (en negativo).

El modelo adoptado presenta la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 \text{AREA_FOLIAR_TOTAL} = & 12.9597560 - (0.1501469 * \text{PENDIENTE}) - (2.1409607 * W) - \\
 & (2.0350864 * SW) + (1.5255767 * LADERA) + (2.0133521 * \text{Festuca_subulifolia}) + (0.6749082 \\
 & * \text{Festuca_asplundii}) + (1.3288980 * \text{Calamagrostis_rigida}) - (0.3066038 * \text{Poa_pauciflora}) - \\
 & (0.2051195 * \text{Agrostis_tolucensis}) + (0.4505663 * \text{Stipa_rosea}) + (0.5523735 * \text{Paspalum_bom-} \\
 & \text{plandianum}) - (3.2734297 * \text{IMPACTO})
 \end{aligned}$$

Estimando la superficie foliar total a partir de esta ecuación se obtienen resultados muy similares a los reales y la correlación entre área foliar calculada y medida es elevada ($r=0,9501$, $p<0,001$; $r^2=0,903$).

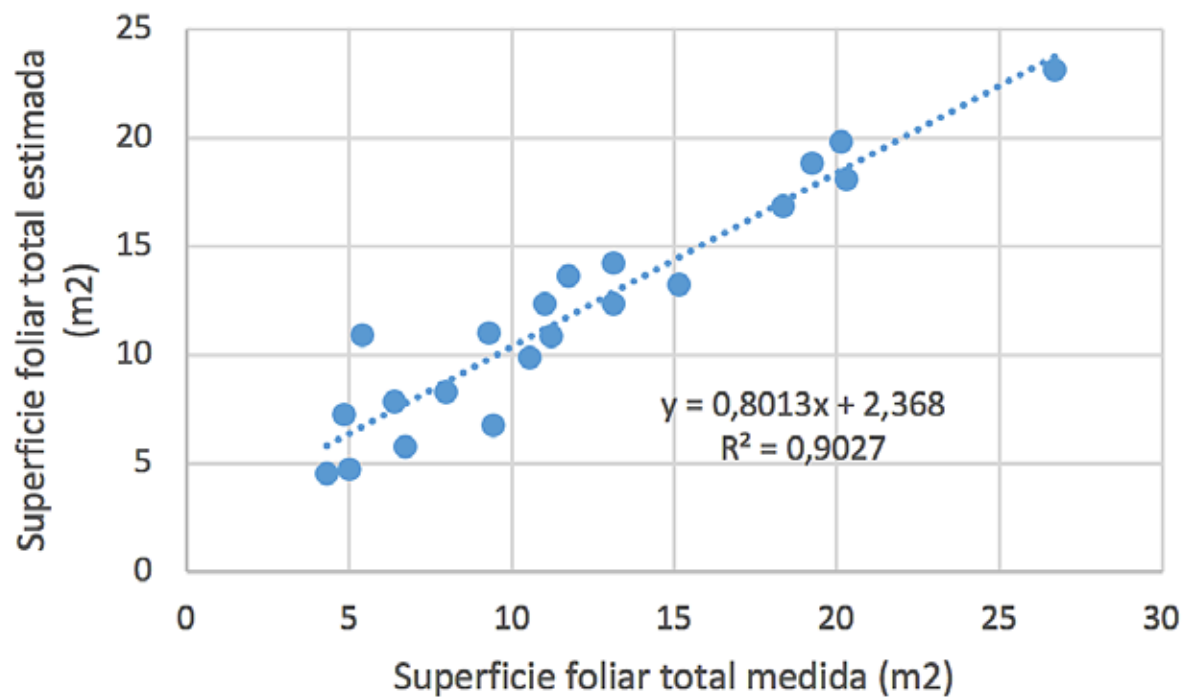


Figura N. 58: Relación entre la superficie foliar total medida y calculada a partir de la ecuación.



4.5 DISCUSIÓN

4.5.1 Estructura vertical

La presencia dominante en todas las parcelas del estrato E₁ concuerda con anteriores estudios realizados en el páramo del Cajas y otros páramos de Ecuador y Colombia (Hofstede & al. 1995a; Ramsay & Oxley 1997; Sklenář & Ramsay 2001). La gran cantidad de especies presentes en los inventarios realizados es reportada por estudios florísticos anteriores (Minga & al. 2016), que describen al menos 58 especies de plantas vasculares que crecen preferentemente en el pajonal.

Se ha observado que briófitos y líquenes tienen mayor presencia en condiciones de mayor humedad atmosférica y menor impacto por pastoreo o pisoteo, sin embargo, algunos estudios indican que pueden verse afectados por la contaminación atmosférica debido a que tienen un contacto directo y sin tejidos de protección con el agua y el aire (Aptroot 2009; León-Yáñez & al. 2014). En este caso, el foco contaminante, que no fue objeto de evaluación en este estudio, sería la carretera principal, tomando en cuenta la baja calidad de los combustibles empleados en Ecuador y la alta cantidad de partículas finas registradas en el PNC por las emisiones de los automotores (EMOV-EP 2017; Corral 2017).

4.5.2 Cobertura basal y cobertura de copa de la paja

El pajonal aparenta ser una formación vegetal uniforme, que cubre completamente el suelo. En realidad, los datos evidencian una cobertura modesta en la base de las macollas, mientras que la parte aérea de las mismas con frecuencia cubre por entero la superficie del suelo y hasta se superpone una macolla a la otra. Estudios realizados en el PNC y otros páramos, confirman presencia de un muy elevado número de especies que crecen en el pajonal (Sklenář & Jørgensen 1999; Sklenář & Ramsay 2001; Izco & al. 2007; Pulgar & al. 2010; Minga & al. 2016), tanto a ras del suelo como pequeños arbustos erectos.

Debido a la baja superficie cubierta por la paja en la base de las macollas, la pérdida o acortamiento de las hojas, por pastoreo, pisoteo o quema, deja un buen porcentaje de suelo descubierto y expuesto a la erosión y favorece el crecimiento de hierbas estoloníferas, a expensas del pajonal (Cleef 2013). Nuestros datos evidencian una cobertura de paja mayor en las parcelas sin pastoreo, concordando con anteriores estudios, y confirman la afectación del pastoreo frecuente o excesivo (Ramsay & Oxley 2001).

La distribución irregular de las macollas, que forman grupos amontonados y con frecuencia vuelve imposible diferenciar los individuos, revela una posible prevalencia de la reproducción vegetativa de la paja sobre la reproducción por semilla, aunque se conoce que las especies dominantes *C. intermedia* y *F. subulifolia*, pueden reproducirse de ambas maneras (Tovar 1960; Stancík 2003). La prevalente presencia de dos o más especies asociadas en la misma macolla, permite suponer que sus semillas tengan una mejor germinación a la sombra de las plantas madres.

4.5.3 Composición florística de las macollas

La presencia del género *Calamagrostis* es documentada en la gran mayoría de los páramos andinos (Hofstede & al. 1995a; Sklenář & al. 2005; Izco & al. 2007; Beltrán & al. 2009; Cleef 2013) y su dominancia es frecuente en buena parte de los páramos de Colombia y Ecuador (Moscol-Olivera & Cleef 2009; Pulgar & al. 2010; MECN-INB 2015). De igual manera, la dominancia que se evidenció de la asociación *Calamagrostis-Festuca*, confirma los datos de anteriores estudios efectuados en el PNC y otros páramos del Ecuador (Ramsay 1992; Sklenář & Ramsay 2001; Minga & al. 2016).

La especie principal *C. intermedia* tiene amplia distribución en los Andes (Luteyn 1999; Sklenář & al. 2005) y es dominante en muchos páramos del Ecuador. *C. macrophylla*, que se encontró solo en la vertiente oriental hasta 3800 m de elevación, es una especie con distribución en Colom-

bia, Ecuador y Perú, y está reportada en estudios florísticos efectuados en los páramos de la cordillera oriental, siempre a altitudes modestas (Soreng & al. 2003 onwards; Urgiles & al. 2018). La tercera especie de *Calamagrostis* presente con frecuencia en el PNC, *C. rigida*, se distribuye desde el norte de Argentina hasta Ecuador (Soreng & al. 2003 onwards).

En cuanto al género *Festuca*, existen 4 especies en el PNC (Tropicos 2017; HA 2017), pero solamente dos fueron inventariadas en las parcelas de muestreo. *F. subulifolia* se reporta en otros estudios, como la especie que acompaña *C. intermedia* (Sklenář & Jørgensen 1999; Izco & al. 2007), mientras que hasta ahora no se había documentado la presencia de *F. asplundii* en asociación con *Calamagrostis* en los pajonales ubicados a mayor elevación, ni en el PNC, ni en otros páramos de Ecuador.

La composición florística de las macollas es variable, pero prevalece la asociación *Calamagrostis intermedia-Festuca subulifolia*, a veces acompañan estas especies los géneros *Agrostis* y *Poa*, coincidiendo con anteriores estudios (Sklenář & Ramsay 2001; Minga & al. 2016).

La presencia de *P. bonplandianum* revela anteriores acciones, recientes o no, de pastoreo, y se resalta su presencia en las zonas mayormente pisoteadas y con presencia de herbívoros, debida probablemente a sus rizomas rastreros y estoloníferos, que resisten mejor que los culmos erectos de las especies amacolladas, al pisoteo y pastoreo. (Renvoize & al. 2006; Cleef 2013). La presencia exclusiva de hojas verdes, asociada a su forma de vida, daría a esta especie mayor resistencia al fuego (Ramsay 1992). En las parcelas seleccionadas no se registró fuego desde hace innumerable tiempo, aunque no se puede excluir que la presencia de *Paspalum* se deba a antiguos incendios, es más probable que su presencia se deba al pastoreo, en algunos casos reciente o en acto, en otros casos de épocas anteriores (desde hace 20 años).

La composición florística del pajonal del Cajas refleja sus condiciones ambientales, tanto geográficas, como de influencia antrópica. Beltrán y colaboradores definen el Macizo del Cajas, cuyo núcleo central es el PNC, como una unidad fisiográfica distinta, distanciada por barreras geográficas de los demás páramos: al norte el valle del río Cañar, que la separa de los páramos del sur de la cordillera Real Oriental; al este el valle del río Paute, que la separa de los páramos de Azuay y Morona; al sur el valle del río Jubones, que la separa de los páramos del sur de la cordillera occidental (Beltrán & al. 2009). A diferencia de los páramos de la cordillera oriental, donde el pajonal es dominado por bambúes (*Neurolepis sp.pl.*), en el PNC los géneros *Calamagrostis* y *Festuca* son los más representativos (Izco & al. 2007; Urgiles & al. 2018). Estudios anteriores evidencian diferencias con los páramos de los andes centrales y septentrionales de Ecuador (Sklenář & Jørgensen 1999; MECN-INB 2015).

4.5.4 Biomasa

Las correlaciones demuestran que pajonales más densos y altos tienen una mayor biomasa, pero no siempre una mayor capacidad de asimilación de carbono, ya que las variables “peso total” y “peso verde” tienen una modesta correlación positiva. Las muestras que presentan bajo o nulo impacto (ausencia de pastoreo) tienen mayor biomasa viva y total, que aquellas con pastoreo reciente o pasado. Las parcelas BIV y LIV son las únicas con impacto muy elevado (se les asignó categoría 3) por la presencia reciente de ganado, y presentan la biomasa verde menor, llegando apenas a 60 g/m² y 105 g/m² respectivamente, *versus* una media de 220 g/m², probablemente por acción de los animales, que prefieren los brotes tiernos de paja. Los valores de biomasa obtenidos son en promedio mayores a aquellos hallados por Ramsay en el páramo de Alao, Chimborazo, Ecuador (Ramsay 1992; Ramsay & Oxley 2001), y similares a los datos reportados en páramos colombianos (Hofstede & Rossenaar 1995; Hofstede & al. 1995b). A diferencia de los estudios citados, medimos exclusivamente la biomasa de la paja, excluyendo otras especies que no fueran gramíneas amacolladas. Tomando en cuenta este aspecto y que cosechamos la paja desde 8 cm del suelo, resulta verosímil una estimación por defecto la biomasa aérea de las parcelas. Pese a este

sesgo, se confirma la elevada biomasa presente en este ecosistema en comparación a los pastizales alpinos o de altas latitudes, debido esencialmente a la inexistencia de períodos de reposo vegetativo durante el año (Hofstede & al. 1995b).

Las observaciones realizadas durante las campañas de colección de muestras botánicas fértiles, indican que, en ausencia de perturbaciones, el crecimiento promedio de las macollas a los 4 meses, es de 15 cm y que la primera floración es a los 6 meses desde el corte. La paja adulta, con



frecuencia, no presenta inflorescencias y se mantiene en estado vegetativo por largos períodos, sugiriendo, como ya mencionado arriba, la prevalencia de la reproducción vegetativa sobre la reproducción sexual. Es posible que, debido al corte efectuado, la incidencia de luz solar directa o la mayor temperatura sobre los puntos de crecimiento, estimule la floración, hipótesis que debe ser comprobada, debido a la falta de estudios anteriores. Los nuevos brotes presentan la casi totalidad de hojas verdes, con baja presencia de hojas secas.

Figura N. 59: Paja en crecimiento después de 100 días del corte completo de la muestra de 0,5 m²

4.5.5 Superficie foliar

Los cálculos realizados para la estimación de la superficie foliar se basaron en el supuesto que las hojas sean cilíndricas, tomando en cuenta la elevada relación entre longitud y diámetro de las mismas, que oscila entre 31 y 120, y que vuelven irrelevantes en el cálculo las variaciones de diámetro que pueden ocurrir al ápice de las hojas. Desafortunadamente, en literatura se reportan solamente estimaciones de áreas foliare de gramíneas de hoja trapezoidal o linear (Kemp 1960), mientras que estudios más recientes se enfocan en el crecimiento de hojas más que en la exacta estimación del área foliar (Hofstede & al. 1995a).

Los datos estimados revelan una alta superficie fotosintéticamente activa, en promedio 2,1 m² por m² de superficie, siendo mayor en las parcelas con mayor cobertura y menor impacto. La superficie foliar muerta, de suma importancia por su capacidad de captar agua de condensación y dirigirla hacia el suelo (Díaz-Granados & Navarrete González 2005; Buytaert & al. 2006b;), tiene



un promedio de $9,8 \text{ m}^2$ por m^2 , lo que confirma su enorme importancia para el balance hídrico, además por la retención de carbono y mitigación de la temperatura en el interior de la macolla (Hofstede & al. 1995a; Ramsay & Oxley 2001; Cleef 2013). La superficie foliar total por unidad de superficie es elevadísima y llega a un promedio de casi 12 m^2 .

La falta de estudios similares ha obligado a buscar el método más seguro, preciso y repetible, de manera empírica. La metodología empleada para este estudio no fue aquella anteriormente empleada por Hofstede y colaboradores en 1995, debido a la dificultad de muestrear siguiendo esa técnica. El principal problema que se encontró fue la imposibilidad de individualizar los ejemplares, que son la unidad de muestreo del método propuesto por Hofstede. Frecuentemente, la individualización se convertía en una apreciación subjetiva de la persona que realizaba el muestreo, volviendo imposible poder comparar entre parcelas e impedía la reproducibilidad del trabajo. El método empleado, que es relativamente simple y rápido en campo, requiere sin embargo de aproximadamente 16 horas de trabajo por cada $0,5 \text{ m}^2$ de superficie muestreada.

Figura N. 60: Hojas de paja, con lámina de forma cilíndrica y vaina (en la base).

4.5.6 Suelos

Los suelos del PNC han sido estudiados sobre todo para comprender su papel en la regulación hídrica. Los análisis realizados coinciden con anteriores estudios y documentan la presencia de Andosoles, con alto contenido de M.O., muy ácidos y con exceso de iones Al. Pese a su escasa profundidad, la elevada y permanente humedad del suelo, asociada a la presencia de compuestos órgano-minerales de difícil degradación, hacen de estos suelos verdaderos depósitos de carbono y de agua. (Buytaert & al. 2006a; Buytaert & al. 2006b).

La presencia del pajonal refleja la adaptación de las especies presentes a condiciones edáficas extremas, sobre todo por la presencia de Al en niveles tóxicos para la mayor parte de las especies. La cubierta vegetal natural garantiza la conservación de las cualidades de estos suelos, que se pierden rápidamente si baja la cobertura vegetal o el suelo es sometido a labranza (Buytaert & al. 2002; Buytaert & al. 2006b).

Los parámetros químicos del suelo son poco variables en el pajonal del PNC y no muestran tener relación con el crecimiento del mismo. En cambio, el contenido de humedad es positivamente relacionado con la biomasa total de la paja, como se evidencia en la modelización realizada.

4.5.7 Modelo para la estimación de biomasa y área foliar

4.5.7.1 Biomasa total

Los dos modelos matemáticos que reducen al mínimo el error cuadrático medio, difieren por el número de variables consideradas: el primero considera 24 variables de partida, el segundo 27, debido a la inclusión de 3 variables de suelo. Existen algunas coincidencias entre los dos.

La primera es que ambos identifican como los dos factores que mayormente influyen sobre la biomasa total de la paja, a “impacto” y “abundancia de *Festuca subulifolia*”. El impacto antrópico influye negativamente sobre la biomasa (recordemos que las parcelas a las cuales asignamos valor de impacto 2 y 3 son aquellas que sufren o han sufrido un fuerte pastoreo, que se repercute en presencia de paja más baja y rala). Este aspecto es ampliamente documentado en anteriores estudios (Hofstede & Rossenaar 1995; Hofstede & al. 1995a; Hofstede & al. 1995b; Ramsay & Oxley, 2001). La presencia de *Festuca subulifolia* está asociada a un incremento en la biomasa, desafortunadamente, no existen estudios anteriores que permitan comprobar este dato, pero es indudable que el tamaño y robustez de las partes vegetativas aéreas de *F. subulifolia*, contribuyen sustancialmente al peso de la macolla.

El segundo aspecto que coincide entre los modelos es que la “pendiente” influye de manera leve pero negativa sobre la biomasa total, y que la “exposición” es un factor importante para la estimación de la biomasa total: el modelo sugiere que las parcelas expuestas a Este tengan una mayor biomasa que aquellas expuestas a Oeste. Esto puede estar relacionado con las condiciones climáticas de menor precipitación y mayor ventosidad de la parte occidental; estudios climáticos e hidrológicos documentan en el macizo del Cajas, la presencia de corrientes húmedas provenientes del Este, y un gradiente de precipitación creciente en sentido Oeste-Este y Sur-Norte (Buytaert & al. 2006c).

En cuanto a los factores bióticos, ambos modelos indican que la presencia de una de las especies de *Agrostis* (no identificada), se relaciona negativamente con la biomasa total. El segundo modelo identifica como variable importante también a *Paspalum bonplandianum*, que tendría un efecto sorpresivamente positivo (aunque con un bajo coeficiente) sobre la biomasa total de la paja. *P. bonplandianum* es una gramínea nativa de hoja lanceolada (Renvoize & al. 2006), indicadora de disturbios como pastoreo y quemas (Moscol-Olivera & Cleef 2009), que se encuentra en pajonales con historial de intervención humana (Cardenas-Arévalo & Vargas-Ríos 2008), en el PNC nunca sobre los 4000 m de altitud (Minga & al. 2016). Los disturbios que favorecen su presencia pueden ser recientes, como en las parcelas LII, LIV y LVI, o antiguos, como en las parcelas TCIII, TIV y TVI. En este último caso, el alto pajonal proporciona condiciones de humedad ideales para el desarrollo de *P. bonplandianum* en su base.

El modelo 2 sugiere una relación positiva entre la humedad del suelo y la biomasa, que se puede deber o a una mayor tasa fotosintética en condiciones de mejor disponibilidad hídrica, o a una más lenta descomposición de las hojas secas, debida a las condiciones reductoras de los suelos saturados (Buytaert & al. 2002; Buytaert & al. 2006b).

4.5.7.2 Área foliar total

La alta correlación entre la biomasa y la superficie foliar total ($r=0,91$, $p<0,001$), puede hacer suponer una fuerte similitud entre los modelos matemáticos para la estimación de biomasa y aquel hallado para la estimación de la superficie foliar. Efectivamente, el impacto y las variables abióticas como exposición y pendiente, están presente en ambos casos. Para la estimación del área foliar se introducen con mayor fuerza las variables bióticas, de manera que la superficie foliar total no depende solo de su biomasa, sino también de las especies que componen la macolla, por ende, de la forma, tamaño y cantidad de las hojas presentes en la paja. La ausencia de estudios anteriores sobre el área foliar de las macollas de paja impide comparar los resultados obtenidos.

La superficie foliar total de la paja es mayor en ausencia de impacto, en ladera, pero sobre pendiente baja, y cuando se encuentra expuesta a Este. Las especies asociadas a mayor superficie foliar son robustas (*F. subulifolia*, *F. asplundii*, *C. rigida* y *S. rosea*) mientras que aquellas presentes en condiciones de más baja superficie foliar total, tienen macollas casi inconsistentes (*A. tolimensis*, *P. pauciflora*, *P. paramoensis*).

La ausencia del parámetro “elevación” en estos análisis, concuerda con los estudios que definen el pajonal del PNC como vegetación uniforme entre los 3600 y 4150 m s.n.m. (Sklenář & Jørgensen 1999; Sklenář & Ramsay 2001).

El modelo obtenido para la estimación de la superficie foliar total es mejor que lo hallado para la biomasa, y las diferencias entre los valores de área foliar estimados y reales son muy bajas ($r=0,95$), de manera que este insumo podría ser empleado para estimar la superficie foliar de extensas áreas del PNC, así como para estimar la biomasa total del pajonal.

Para la paja viva no se ha podido encontrar modelos significativamente válidos, ni para el peso, ni para la superficie foliar. La variación de la fracción fotosintéticamente activa de la paja es muy elevada, y se observó la influencia del pastoreo, edad del pajonal, elevación, competencia entre macollas y probablemente de las características edáficas. Es indispensable ampliar el muestreo y estudiar más a fondo los factores los factores asociados al crecimiento de la paja y así estimar su capacidad de asimilador de carbono.







CAPÍTULO 5:
*Conclusiones
generales*



CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES GENERALES

Los servicios ambientales brindados por el PNC son reconocidos: es la reserva hídrica de la ciudad de Cuenca; fuente de agua para los cultivos del cantón Naranjal hacia la costa pacífica; reserva de carbono almacenado en la vegetación y, principalmente, en sus suelos y humedales. Sin la vegetación que sobre el suelo y cuerpos de agua habita, estos ecosistemas se perderían rápidamente, por esta razón es prioritaria la protección de la vida vegetal y del entero ecosistema páramo. Por primera vez, se ha sistematizado la información existente sobre la flora del PNC y se ha profundizado el conocimiento sobre las características de la vegetación que determinan esas funciones.

El presente catálogo ha conseguido abordar un estudio intensivo sobre la biodiversidad de plantas vasculares en el P.N. Cajas. La aparente uniformidad del ecosistema paramuno encierra una enorme variabilidad florística y de formaciones vegetales. En los capítulos 2 y 3 se documenta la presencia de 606 especies y 5 subespecies en el páramo del PNC, de las cuales 9 especies son endémicas del PNC y 3 especies endémicas de la provincia de Azuay. Desafortunadamente, 5 de estas 12 especies con distribución muy restringida no están evaluadas en cuanto a su grado de amenaza, por ello, es indispensable una pronta determinación del estado de sus poblaciones y de los factores que ponen en peligro su supervivencia. Se registra además la presencia de 5 especies en peligro crítico de extinción, una de ellas endémica de la provincia de Azuay y con apenas dos poblaciones registradas.

El capítulo 3, por primera vez, presenta las especies completas de información sobre su forma biológica y hábitat de preferencia. Las formas de vida más comunes entre las plantas de páramo son aquellas que permiten mantener las yemas de renuevo cercanas o en el suelo, protegiéndolas así de las extremas condiciones ambientales. No se presentan árboles con altura mayor a 10 m, siendo frecuentes las plantas leñosas de altura inferior a 2 m. La clasificación de las especies según su hábitat de preferencia permite una mejor distinción de comunidades vegetales, que son la forma más coherente de abordar el estudio en profundidad de la cubierta vegetal de un territorio. Debido a que el páramo de pajonal cubre la mayor parte del territorio del páramo, es el que mayor número de especies registra, sin embargo, los rodales de *Polylepis* presentan mayor diversidad por unidad de superficie.

En el capítulo 4 se presenta un estudio enfocado a evaluar el papel ecológico del pajonal, como principal ecosistema representado en el PNC. Se ha diseñado un muestreo para cuantificar la importancia de la vegetación dominada por gramíneas amacolladas: midiendo su cobertura, su biomasa, superficie foliar y su relación con diferentes factores ambientales, bióticos y antrópicos. Se proporciona, por primera vez para el PNC, datos de base sobre la cobertura, la biomasa y la superficie foliar del pajonal, que pueden ser empleados para determinar exactamente el papel que tiene la vegetación para la captación de agua atmosférica y de carbono. Los resultados proponen modelos matemáticos preliminares, que cuantifican la influencia de los factores ambientales abióticos, bióticos y antrópicos, sobre la biomasa y área foliar del pajonal. La biomasa aérea promedio de las macollas de paja es de 12950 kg/ha y la biomasa promedio de la paja verde es de 2190 kg/ha. La superficie foliar es elevada: en promedio el área foliar total es de 12 m² y el área foliar de las hojas verdes es de 1,2 m² por cada m² de superficie del suelo. Las variables de mayor peso sobre la biomasa y superficie foliar son: la composición florística del pajonal, la ubicación en la vertiente oriental u occidental y el impacto provocado por la ganadería.

Tomando en cuenta los datos de base producidos, tanto florísticos como ecológicos, se propone a la administración del PNC:

- Limitar el pastoreo y la ganadería extensiva de bovinos, equinos y ovejas, que afectan el área y que, en caso de persistir, ponen en riesgo la riqueza y el valor de la composición florística del área, el equilibrio entre factores determinantes, la capacidad de retención hídrica y captación de carbono aéreo y edáfico.
- Controlar mayormente el número de turistas, que amenazan la gran riqueza florística presente en el PNC y favorecen la introducción de especies alóctonas.
- Controlar la elevada presencia de automotores, sobre todo de transporte pesado, que provocan contaminación acústica y contaminación atmosférica, además del depósito de partículas finas sobre la vegetación.
- Limitar la introducción de especies animales alóctonas, como camélidos y peces, que pueden afectar directamente a la presencia de especies en peligro de extinción.

Históricamente el Cajas ha sido una zona de tránsito entre la sierra y la costa, lugar admirado por su espectacular variedad de paisajes, pero temido por su clima hostil y sus extremas pendientes. Por esto, pese a la importancia que tiene la zona para el abastecimiento de agua a la ciudad de Cuenca, y pese al gran interés que despierta entre los naturalistas, el PNC es conocido enteramente por pocas personas, tanto así que existe un marcado sesgo en las colecciones botánicas existentes: la mayor parte de ellas provienen de zonas cercanas a las carreteras o de fácil acceso, son escasos los especímenes provenientes de zonas alejadas o muy pendientes, especialmente de la zona central y de la vertiente sur occidental. En diferente medida, las actividades humanas en la última década han degradado fuertemente el paisaje del PNC y preocupa el impacto que puedan tener sobre la vegetación, que también puede ser afectada por el cambio climático, particularmente evidente en las zonas de alta montaña: los cambios experimentados por la composición florística de los ecosistemas paramunos son objeto de numerosos estudios, pero en el PNC no se ha hecho un trabajo sistemático.

Por ello, las instituciones científicas y de conservación pueden y deben proporcionar información que ayude manejar correctamente el PNC. Resulta imprescindible realizar más expediciones botánicas a las zonas poco exploradas, además, es necesario instalar un mayor número de parcelas de monitoreo permanente, para disponer de un conocimiento basal, actual, que permita prever la tendencia de los procesos de cambio en el PNC. Este documento espera servir como línea base para futuras investigaciones y útil herramienta para el manejo del Cajas por parte de los organismos propuestos, a nivel local, nacional e internacional.

CAPÍTULO 6:

*Referencias
bibliográficas*



CAPÍTULO 6: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamson, R. S. (1939). The classification of life-forms of plants. *The Botanical Review*, 5(10), 546–561.
- Alcaraz, F.J. (2013). Geobotánica. Tema 4, Biogeografía. <http://www.um.es/docencia/geobotanica/ficheros/tema04.pdf>. (Consultada el 27 de agosto, 2018).
- Alcaraz, F.J. (2016). Biogeografía. Tema 13, Reinos biogeográficos. <http://biogeografia.netau.net/reinosbio.html>. (Consultada el 27 de agosto, 2018).
- APG IV (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *The Linnean Society of London. Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1-20.
- Aptroot, A. (2009). Lichens as an indicator of Climate and Global Change. En T. M. Letcher (Ed.), *Climate change: observed impacts in planet Earth* (págs. 401-408). Elsevier.
- Arzac, A., Chacón-Moreno, E., Llambí, L. D. & Dulhoste, R. (2011). Distribución de formas de vida de plantas en el límite superior del ecotono bosque-páramo en los Andes Tropicales. *Ecotrópicos*, 24(1), 26–46.
- Ayers, T. J. (1999). Biogeography of *Lysipomia* (Campanulaceae), a high elevation endemic: An illustration of species richness at the Huancabamba Depression, Peru. *Arnaldia*, 6(2), 13–27.
- Ayers, T. J. (1997). Three new species of *Lysipomia* (Lobeliaceae) endemic to the Páramos of southern Ecuador. *Brittonia*, 49(4), 433–440.
- Baillie, J., Hilton-Taylor, C. & Stuart, S. N. (2004). 2004 IUCN red list of threatened species: a global species assessment. Iucn.
- Balslev, H. & Laegaard, S. (1986). *Distichia acicularis* sp. nov.- a new cushion forming Juncaceae from the high Andes of Ecuador. *Nordic Journal of Botany*, 6(2), 151–155.
- Baquero, F. (2004). La vegetación de los Andes del Ecuador: memoria explicativa de los mapas de vegetación potencial y remanente de los Andes del Ecuador a escala 1: 250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras. *EcoCiencia*.
- Beltrán, K., Salgado, S., Cuesta, F., León-Yáñez, S., Romoleroux, K., Ortiz, E., ... Velástegui, A. (2009). Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador. *EcoCiencia*, Proyecto Páramo Andino Y Herbario QCA. Quito, Ecuador. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Silvia_Salgado2/publication/267964616_Distribucion_espacial_sistemas_ecologicos_y_caracterizacion_floristica_de_los_pramos_en_el_Ecuador/links/548867450cf2ef344790969a.pdf
- Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (Eds.). (2015). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>
- Bolòs, O. de & Vigo, J. (2013). *Flora dels països catalans*, vol I-IV. Editorial Barcino. (disponible en pdf en http://www.conservacionvegetal.org/detalle-noticia.php?id_noticia=180)
- Borja Martínez, K., Mercado Lázaro, J. & Combatt Caballero, E. (2015). Dispersantes químicos y cuantificación de fracciones texturales por los métodos Bouyoucos y pipeta. *Acta Agronomica*, 64(4), 308 - 314. doi: <https://doi.org/10.15446/acag.v64n4.45722>
- Bouyoucos, G. B. (1929). The ultimate natural structure of soil. *Soil Science*, 28, 27-37.
- Box, E.E. O. (2012). Macroclimate and plant forms: an introduction to predictive modeling in phytogeography - (n.d.). Retrieved November 3, 2017, from <https://www.google.com/search?client=firefox-b-ab&ei=bbr7WaarOce6mwGBtZy4DA&q=Macroclimate+and+plant+forms:+an+introduction+to+predictive+modeling+in+phytogeography&oq=Ma>

- croclimate+and+plant+forms:+an+introduction+to+predictive+modeling+in+phyto-geography&gs_l=psyab.3..0i30k1.61559.63046.0.64058.2.2.0.0.0.0.319.496.0j-1j0j1.2.0....0...1.1.64.psy-ab..0.1.318....0.kfSMQZgvE_s&gfe_rd=cr&dcr=0
- Brako, L. & Zarucchi, J. L. (1993). Catalogue of the flowering plants and gymnosperms of Peru. Catálogo de las angiospermas y gimnospermas del Perú. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden., 45, 1–1286.
- Braun-Blanquet J. (1979). Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid.
- Burt, R. & Soil Survey Staff (Eds.). (2014). Kellogg soil survey laboratory method manual. Lincoln, Nebraska: USDA.
- Buytaert, W., Celleri, R., De Bievre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J. & Hofstede, R. (2006b). Human impact on the hydrology of Andean páramos. Earth-Science Reviews, 79, 53-72
- Buytaert, W., Célleri R., Willems, P., De Bièvre, B. & Wyseure, G. (2006c). Spatial and temporal rainfall variability in mountainous areas: A case of study from the south Ecuadorian Andes. Journal of hydrology 329 (3), 413-421.
- Buytaert, W., Deckers, J., Dercon, G., De Bievre, B., Poesen, J. & Govers, G. (2002). Impact of land use changes on the hydrological properties of volcanic ash soils in South Ecuador. Soil Use and Management, 18, 94-100.
- Buytaert, W., Deckers, J. & Wyseure, G. (2006a). Description and classification of nonallophanic Andosols in south Ecuadorian alpine grasslands (páramo). Geomorphology, 73(3), 207–221.
- Buytaert, W., Sevink, J., De Leeuw, B. & Deckers, J. (2005). Clay mineralogy of the soils in the south Ecuadorian páramo region. Geoderma, 127(1), 114–129.
- Cabrera, A.L. & Willink, A. (1973) Biogeografía de América Latina. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, 122 páginas.
- Cain, S. A. (1950). Life-forms and phytoclimate. The Botanical Review, 16(1), 1–32.
- Calvo, J. & Freire, E. (2016). A nomenclator of *Senecio* group *Lasiocephalus* (Compositae, Senecioneae): nomenclatural and taxonomic notes and new typifications. Phytotaxa, 260(2), 116–130.
- Camp, W. (1946). The Surucuchu. Journal of the New York Botanical Garden. Vol. 47 N. 554.
- Chacón, G., Gagnon, D. & Paré, D. (2009). Comparison of soil properties of native forests, *Pinus patula* plantations and adjacent pastures in the Andean highlands of southern Ecuador: land use history or recent vegetation effects? Soil Use and Management, 25(4), 427–433.
- Chanco, M. & Ulloa-Ulloa, C. (2004). Las especies de *Nototriche* (Malvaceae) de Ecuador. SIDA, Contributions to Botany, 693–703.
- Christenhusz, M. J. M., Zhang, X. C. & Schneider, H. (2011). A linear sequence of extant families and genera of lycophytes and ferns. Phytotaxa 19: 7–54. Magnolia Press.
- Clayton, W. D., Vorontsova, M. S., Harman, K. T. & Williamson, H. (2006). GrassBase - The Online World Grass Flora. Obtenido de <http://www.kew.org/data/grasses-db.html>. (Consultado en agosto 2017)
- Cleef, A. M. (1979) The phytogeographical position of the neotropical vascular páramo flora with special reference to the Colombian Cordillera Oriental. Pp. 175-184. In: Larsen & Holm-Nielsen (eds.), 1979.
- Cleef, A. M. (2013). Origen, evolución, estructura y diversidad biológica de la alta montaña colombiana. En J. Cortés-Duque, C. E. Sarmiento Pinzón, & A. P. Suárez Mejía, Visión socio-ecosistémica de los páramos y de la alta montaña colombiana: memoria del proceso de definición de criterios para la delimitación de páramos (págs. 3-21). Bogotá: Instituto

de investigaciones de recursos biológicos Alexander von Humboldt.

- Coblentz, D. & Keating, P. L. (2008). Topographic controls on the distribution of tree islands in the high Andes of south-western Ecuador. *Journal of Biogeography*, 35(11), 2026–2038.
- Cordero, L. (1895). *Diccionario Quichua - Castellano y Castellano - Quichua* (Quinta ed.). Quito, Ecuador: Corporación Editora Nacional.
- Corral, J. G. (2017). Monitoreo y análisis de la calidad de aire en la vía Cuenca-Sayausí-El Cajas. Tesis de grado. Cuenca, Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/13322/1/UPS-CT006850.pdf>
- Cuatrecasas, J. (1968). Notas adicionales, taxonómicas y corológicas, sobre *Baccharis*. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 13(50), 201–226.
- Cuatrecasas, J. (1978). Studies in neotropical Senecioneae, Compositae. I. Reinstatement of genus *Lasiocephalus*. *Phytologia*. Retrieved from <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US19790390106>
- Cuello, N., Cleef, A. & Aymard, G. (2010). Phytogeography of the vascular páramo flora of Ramal de Guacamal (Andes, Venezuela) and its ties to other páramo floras. *Anales del Jardín Botánico de Madrid*. Vol.67 (2): 177-193.
- Cuesta, F., Muriel, P., Llambí, L. D., Halloy, S., Aguirre, N., Beck, S., ... Gosling, W. (2017). Latitudinal and altitudinal patterns of plant community diversity on mountain summits across the tropical Andes. *Ecography*, 40(12), 1381-1394
- Dempster, L. T. (1981). The genus *Galium* (Rubiaceae) in South America. II. *Allertonia*, 2(8), 393–426.
- Dempster, L. T. (1982). The genus *Galium* (Rubiaceae) in South America. III. *Allertonia*, 3(3), 211–258.
- Díaz-Granados Ortiz, M. & Navarrete González, T. (2005). Páramos: Hidrosistemas Sensibles. *Revista de Ingeniería*, 22, 64-75. Recuperado el 15 de mayo de 2018, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012
- Dimitrakopoulos, P. G., Memtsas, D. & Troumbis, A. Y. (2004). Questioning the effectiveness of the Natura 2000 Special Areas of Conservation strategy: the case of Crete. *Global Ecology and Biogeography*, 13(3), 199–207.
- Dodson, C. & Luer, C. (2005). 225 (2). Orchidaceae. En G. Harling, & L. Andersson (Edits.), *Flora of Ecuador* (Vol. 76). Göteborg: Botanical Institute, Göteborg University.
- Dodson, C. & Luer, C. (2010). 225 (3). Orchidaceae. En G. Harling, & C. Persson (Edits.), *Flora of Ecuador* (Vol. 87). Göteborg: Department of Plant and Environmental Science, University of Göteborg.
- Dodson, C. & Luer, C. (2011). 225 (7). Orchidaceae. En C. Persson, & B. Stahl (Edits.), *Flora of Ecuador* (Vol. 88). Göteborg: Department of Plant and Environmental Science, University of Gothenburg.
- Downs, R. J., Smith, L. B. & Downs, R. J. (1974). Pitcairnioideae (Bromeliaceae), *Flora Neotropica*. Pitcairnioideae (Bromeliaceae), *Flora Neotropica*.
- Dušková, E., Kolář, F., Sklenář, P., Rauchová, J., Kubešová, M., Fér, T., ... others. (2010). Genome size correlates with growth form, habitat and phylogeny in the Andean genus *Lasiocephalus* (Asteraceae). *Preslia*, 82(1), 127–148.
- Edison, J. & Mejía, A. (n.d.). Grasslands of South America. (Disponible en https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty/files/19/19-alba_mejia_2.pdf)
- Elleberg, H. & Muller-Dombois, D. (1967). A key to Raunkiaer plant life forms with revised subdivisions. *Ber. geobot. Inst. ETH, Zurich*.
- EMOV-EP. (2017). Informe de calidad de aire Cuenca-2016. Informe Técnico, Municipalidad de Cuenca, Ecuador, Cuenca. Obtenido de http://gis.uazuay.edu.ec/ierse/links_doc_contaminantes/Informes%20Claudia%20Calidad%20del%20Aire/Informe_Calidad_Aire_Cuenca_2016.pdf

- Eriksen, B. (1989). 186. Valerianaceae. En G. Harling, & L. Andersson, Flora of Ecuador (Vol. 34). Göteborg, Sweden: Department of Systematic Botany, University of Göteborg.
- Escalona, F. D. (1988). Systematics of *Calamagrostis* section *Deyeuxia*, subsection *Stylagrostis*, (Poaceae: Pooideae). Retrieved from <http://lib.dr.iastate.edu/rtd/9771/>
- ETAPA-EP. PNC. (2014) http://www.etapa.net.ec/Portals/0/Parque%20Nacional%20Cajas/Bibli-Descargas/Mapa_PNC_2014.pdf
- ETAPA-EP. PNC. (2017). Obtenido de <https://www.etapa.net.ec/Informaci%C3%B3n/Parque-nacional-EI-Cajas/Biof%C3%ADsico-cultural/Limnolog%C3%ADa>
- ETAPA-EP. (2016). Datos termo-pluviométrico de las estaciones meteorológicas ubicadas en el Macizo del Cajas. Cuenca, Azuay, Ecuador.
- Feinsinger, P. (2003). El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia: FAN.
- Fick, S. & Hijmans, R. (2017). WorldClim 2: New 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology. Royal Meteorological Society. DOI: 10.1002/joc.5086
- Flores-Toro, L. & Amigo, J. (2013). Flora Autóctona de la Cordillera El Melón y del Cerro Tabaco, sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad, región de Valparaíso, Chile. *Chloris Chilensis*, 16(1).
- Floret, C., Galan, M. J., LeFloc'h, E., Orshan, G. & Romane, F. (1990). Growth forms and phenomorphology traits along an environmental gradient: tools for studying vegetation? *Journal of Vegetation Science*, 1(1), 71–80.
- Font Quer, P. (1953). Diccionario de Botánica. Editorial Labor.
- Freire-Fierro, A. (2004a). 73. Crassulaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 73:5-16. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Freire-Fierro, A. (2004b). 74. Saxifragaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 73:17-24. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Freire-Fierro, A. (2004c). 75(B). Grossulariaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 73:41-66. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Friedman, J., Hastie, T. & Tibshirani, R. (Abril de 2018). Package ‘glmnet’. Obtenido de <https://cran.r-project.org/web/packages/glmnet/glmnet.pdf>
- Fryxell, P.A. (1992). 118. Malvaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 44:1-142. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Funk, V. A. (1997). *Werneria* (Compositae: Senecioneae) in Ecuador. In Estudio sobre diversidad y ecología de plantas. Memorias del II Congreso Ecuatoriano de Botánica, PUCE, Quito (pp. 25–35). Retrieved from http://botany.si.edu/bdg/pdf/funkyarchive/funkypdf/1997_pr_Funk_Werneria.pdf
- Funk, V. A. & Zermoglio, M. F. (1999). A revision of *Chrysactinium* (Compositae: Liabeae). *Systematic Botany*, 323–338.
- Galán de Mera, A., Rosa, M.V. & Cáceres, C. (2002). Una aproximación sintaxonómica sobre la vegetación del Perú: clases, órdenes y alianzas. *Acta Botanica Malacitana*, 27: 75-103.
- Galeas, R. & Guevara, J.E. (Eds.). (2013). Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador, Subsecretaría de Patrimonio Natural, Quito.
- Garay, L. (1978). 225 (1). Orchidaceae: Cyripedioideae, Orchidoideae, Neottioideae. In G. Harling, & B. Sparre (eds.), Flora of Ecuador 9:1-305. University of Göteborg, Riksmuseum,

Göteborg; Stockholm.

- Garreaud, R., Aceituno, P. (2007). Atmospheric Circulation and Climatic Variability. In: Veblen, Young, Orme (Eds). *The Physical Geography of South America*, Oxford University Press, p. 45-59.
- Halloy, S. (1990). A morphological classification of plants, with special reference to the New Zealand alpine flora. *Journal of Vegetation Science*, 1(3), 291–304.
- Harling, G. (1991). 190(10). Compositae-Mutisieae. In G. Harling & L. Andersson (eds), *Flora of Ecuador* 42:1-106. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Harling, G. (1999). 78. Cunoniaceae. In G. Harling & L. Andersson (eds), *Flora of Ecuador* 61:1-42. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Harling, G. & M. Neuendorf. (2003). 200. Alstroemeriaceae. In G. Harling & L. Andersson (eds), *Flora of Ecuador* 71:1-108. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Hassler M. (2016). Retrieved from World Plants: Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World (version Nov 2016). In: Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 23rd December 2016 (Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., Nieukerken E. van, eds). Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- Hassler M. (2017). Retrieved from World Ferns: Checklist of Ferns and Lycophytes of the World (version May 2017). In: Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., eds. (2017). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 29th May 2017. Digital resource at www.catalogueoflife.org/col. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-8858.
- Hauenstein, E. (2012). Wealth of flora and vegetation in the La Campana-Peñuelas biosphere reserve, Valparaíso Region, Chile. In *The Biosphere*. InTech.
- Hedberg, I. & Hedberg, O. (1979). Tropical-alpine life-forms of vascular plants. *Oikos*, 297–307.
- Hedberg, O. (1964). Features of afroalpine plant ecology. *Sv. växtgeografiska sällsk.*
- Herbario Azuay (HA). (2017). Retrieved from <http://web.uazuay.edu.ec/HerbarioAzuay/>
- Hofstede, R., Calles, J., López, V., Polanco, R., Torres, F., Ulloa, J., Vásquez, A. y Marcos Cerra. (2014). Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo. IUCN, Quito, Ecuador.
- Hofstede, R., Chilito, E. & Sandovals, E. (1995a). Vegetative structure, microclimate, and leaf growth of a páramo tussock grass species, in undisturbed, burnes and grazed conditions. *Vegetatio*(119), 53-65.
- Hofstede, R., Mondragón Castillo, M. X. & Rocha Osorio, C. (1995b). Biomass of Grazed, burned and undisturbed páramo grasslands, Colombia. I. Aboveground vegetation. *Artic and Alpine Research*, 27(1), 1-12.
- Hofstede, R. & A. Rossenaar. (1995). Biomass of Grazed, Burned and Undisturbed Páramo Grassland, Colombia. II. Root Mass and Aboveground: Belowground Ratio. *Artic and Alpine Research*. Vol 27, N. 1, pp. 13-18.
- Hofstede, R., & Witte, H. (1993). An evaluation of the use of the Dry-Weight-Rank and the Comparative Yield Biomass estimation Methods in paramo ecosystem research. *Caldasia*, 17(2), 205-210.
- Hofstede, R., Segarra, P., & Mena, P. (Eds.). (2003). *Los Páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos*. Quito: Global Peatland Initiative/NC-UICN/EcoCiencia.

- Holmgren, N. & U. Molau. (1984). 177. Scrophulariaceae. In G. Harling & L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 71:1-108. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- INHAMI (2016). Datos termo-pluviométrico de las estaciones meteorológicas ubicadas cerca del Macizo del Cajas, entre 1960 y 2015. Quito, Ecuador.
- International Union for Conservation of Nature (IUCN) Red List of Threatened Species. Version 2017-2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 03 March 2017.
- Izco, J., Pulgar, Í., Aguirre, Z. & Santin, F. (2007). Estudio florístico de los páramos de pajonal meridionales de Ecuador. *Revista Peruana de Biología*, 14(2), 237–246.
- Jeppesen, S. (1981a). 187. Campanulaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 14:1-7. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Jeppesen, S. (1981b). 188. Lobeliaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 14:8-170. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Jørgensen, P. M. & León-Yáñez, S. (1999). Catálogo de las plantas vasculares del Ecuador. *Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden*, 75, 1–1181.
- Jørgensen, P. M. & Ulloa-Ulloa, C. (1994). Seed plants of the high Andes of Ecuador: A checklist.
- Katinas, L. (2012). Revisión del género *Perezia* (Compositae). *Boletín de La Sociedad Argentina de Botánica*, 47(1–2), 159–261.
- Keating, P. L. (1999). Changes in páramo vegetation along an elevation gradient in southern Ecuador. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 159–175.
- Kemp, C. D. (1960). Methods of Estimating the Leaf area of grasses from linear measurement. *Annals of Botany*, 24(96), 491-499.
- Kessler, M. (2002). The “*Polylepis* problem”: where do we stand. *Ecotropica*, 8(2), 97–110.
- Kuijt, J. (1986). 32 (C). Loranthaceae. In G. Harling, B. Sparre (eds), Flora of Ecuador 24:113-197. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Laegaard, S. (1998). New species and names in Ecuadorian grasses (Poaceae). *Novon*, 23–30.
- Laegaard, S. (2001). 214(1). Gramineae (part 1). In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 57:1-56. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Laegaard, S. & P. M. Peterson. (2001). 214(2). Gramineae (part 2) Subfam. Chloridoideae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 68:1-131. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Latorre, A. P. & Cabezudo, B. (2002). Use of monocharacteristic growth forms and phenological phases to describe and differentiate plant communities in Mediterranean-type ecosystems. *Plant Ecology*, 161(2), 231–249.
- Lauer, W. (1981). Ecoclimatological conditions of the paramo belt in the tropical high mountains. *Mountain research and development*. Vol. 1 (3-4). Pp. 209-221.
- León-Yáñez, S., Gradstein, S. R., Castillo, J., Moscoso Estrella, A. & Navarrete, H. (2014). Guía de Briófitas comunes de los Andes de Quito. (P. U. Ecuador, Ed.) Quito: Herbario QCA.
- León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa-Ulloa & H. Navarrete (eds.). (2011). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2ª edición. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Londoño, C., Cleef, A. & Madriñan, S. (2014). Angiosperm flora and biogeography of the páramo region of Colombia, Northern Andes. *Flora* 209 (2): 81-87.
- Luebert, F. & Pliscoff, P. (2006). Sinopsis bioclimática y vegetacional de Chile. Editorial Universitaria.

- Luteyn, J. L. (1996). 147. Ericaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 54:1-404. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Luteyn, J. L. (1999). Páramos, a checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, 84, viii–xv, 1–278.
- Luteyn, J. L., & Balslev, H. (1992). Páramo: an Andean ecosystem under human influence. Academic Press. Retrieved from <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=oet.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=022562>
- Madriñán, S. (2012) Páramo Flora. Documenting the flora of the Páramos; the world's coldest Biodiversity Hotspots! Retrieved from <http://paramoflora.myspecies.info/>
- Mathias, M. E & L. Constance. (1976). 145. Umbelliferae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 145:1-71. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- MECN-INB (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales- Instituto Nacional de Biodiversidad). (2015). Plantas del páramo del distrito metropolitano de Quito, Ecuador (Vol. 2). Quito, Ecuador: Patrimonio natural del Ecuador MECN-INB.
- Meerow, A. W. (1990). 202. Amaryllidaceae In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 41:1-53. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Mendoza W. & J. Roque. (2007). Diversidad de la flora vascular asociada a los bosques de *Polylepis* (Rosaceae) en los Andes Meridionales del Perú (Ayacucho): Implicancias para su conservación. SERIE DE PUBLICACIONES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE. Instituto Nacional de Recursos Naturales, Lima, Perú. [en línea]. <http://www.inrena.gob.pe/iffs/iffs_biodiv_estud_flora_fauna_silvestre.htm>
- Minga, D. (2000). Árboles y arbustos del bosque de Mazán, Tomo II. Cuenca: ETAPA.
- Minga, D., Ansaloni, R., Verdugo, A. & C. Ulloa-Ulloa. (2016). Flora del Páramo de Cajas, Ecuador. Universidad del Azuay. Imprenta Don Bosco-Centro Gráfico Salesiano. Cuenca.
- Montenegro, G. & Ginocchio, R. (1995). Ecomorphological characters as a resource for illustrating growth-form convergence in matorral, chaparral, and mallee. In *Ecology and biogeography of Mediterranean ecosystems in Chile, California, and Australia*, pp. 160–176). Springer.
- Mora, D. & Cisneros, F. (2009). Identificación de las áreas de influencia de los humedales en el Parque Nacional Cajas en base al análisis de imágenes satelitales. *Memorias del II Congreso mundial de páramos*. Loja.
- Moreno, N. P. & Escamilla, M. (1984). *Glosario botánico ilustrado*. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Compañía Editorial Continental. México.
- Morrone, J.J. (2001) *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. Manuales & Tesis SEA, Volumen 3. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo, Oficina Regional de Ciencia y Tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO, and Sociedad Entomológica Aragonesa, Zaragoza (Spain). 148 p; ill. ISBN: 84– 922495–4□4.
- Moscol-Olivera, M. & Cleef, A. (2009). A phytosociological study of the páramo along two altitudinal transects in El Carchi province, northern Ecuador. *Phytocoenologia*, 39, 79-107.
- Mower, J. P., Jain, K. & Hepburn, N. J. (2012). 3 The Role of Horizontal Transfer in Shaping the Plant Mitochondrial Genome. *Advances in Botanical Research*, 63, 41.
- Mower, J. P., Stefanović, S., Young, G. J. & Palmer, J. D. (2004). Plant genetics: gene transfer from parasitic to host plants. *Nature*, 432 (7014), 165–166.
- Müller, J. (2006). Systematics of *Baccharis* (Compositae-Astereae) in Bolivia, including an overview of the genus. *Systematic Botany Monographs*, 76. Retrieved from <http://kdb.kew.org/kdb/detailedresult.do?id=373412>

- Munz, P. A. (1974). 141. Onagraceae. In G. Harling, B. Sparre. (eds), Flora of Ecuador 3:1-46. University of Göteborg; Riksmuseum, Göteborg; Stockholm.
- Mutke, J., Jacobs, R., Meyers, K., Henning, T. & Weigend, M. (2014). Diversity patterns of selected Andean plant groups correspond to topography and habitat dynamics, not orogeny. *Frontiers in Genetics*, 5, 351.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A. & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853–858.
- Neill, D. A., Ulloa-Ulloa, C. (2011). Adiciones a la Flora del Ecuador: Segundo Suplemento, 2005-2010. Fundación Jatun Sacha. Quito.
- Norman, E. M. (1982). 176. Buddlejaceae. In G. Harling, B. Sparre (eds), Flora of Ecuador 16:1-24. University of Göteborg; Riksmuseum, Göteborg; Stockholm.
- Nürk, N. M., Scheriau, C. & Madriñán, S. (2013). Explosive radiation in high Andean *Hypericum*—rates of diversification among New World lineages. *Frontiers in Genetics*, 4, 175.
- Øllgaard, B. (1988). 1. Lycopodiaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 33:1-156. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Olsen, S. R., Cole, Watanabe & Dean. (1954). Estimation of available phosphorus in soil by extraction with sodium bicarbonate. Circular 939 (p. 19) . Washington DC: USDA.
- Orshan, G. (2012). Plant pheno-morphological studies in Mediterranean type ecosystems (Vol. 12). Springer Science & Business Media.
- Orshan, G., Le Roux, A. & Montenegro, G. (1984a). Distribution of monocharacter growth form types in mediterranean plant communities of Chile, South Africa and Israel. *Bulletin de La Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, 131(2–4), 427–439.
- Orshan, G., Montenegro, G., Avila, G., Aljaro, M. E., Walckowiak, A. & Mujica, A. M. (1984b). Plant Growth Forms of Chilean Matorral A Monocharacter growth form analysis along an altitudinal transect from sea level to 2000 MASL. *Bulletin de La Société Botanique de France. Actualités Botaniques*, 131(2–4), 411–425.
- Pedraza-Peñalosa, P., Betancur, J. & Rosselli, P. F. (2004). Chisacá, un recorrido por los páramos andinos. Inst. de Ciencias Naturales, Univ. Nacional de Colombia.
- Peyre, G. (2015). Plant diversity and vegetation of the Andean Páramo. PhD Thesis. University of Barcelona, Spain. <http://hdl.handle.net/10803/296441>
- Peyre, G., Balslev, H., Martí, D., Sklenář, P., Ramsay, P., Lozano, P. & Font, X. (2015). VegPáramo, a flora and vegetation database for the Andean páramo. *Phytocoenologia*, 45(1–2), 195–201.
- Pinto-Escobar, P. (1986). El género *Bromus* en los Andes centrales de Suramérica. *Caldasia*, 15–34
- PPG I (2016). A community-derived classification for extant lycophytes and ferns. Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences. *Journal of Systematics and Evolution* 54 (6), 563–603. doi: 10.1111/jse.12229
- Pringle, J. S. (1995). 159(A). Gentianaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), Flora of Ecuador 53:1-147. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Pulgar, I., Izco, J., Jadán, O., (2010). Flora selecta de los pajonales de Loja. Ediciones Abya Yala, Universidad Santiago de Compostela, Universidad de Loja, Ecociencia. Quito.
- Rahn, K. (1975). 184. Plantaginaceae. In G. Harling, B. Sparre (eds), Flora of Ecuador 4:22-40. University of Göteborg; Riksmuseum, Göteborg; Stockholm.
- Ramsay, P. (1992). The paramo vegetation of Ecuador: the community ecology, dynamics and productivity of tropical grasslands in the Andes. PhD Thesis. Bangor, UK: School of Biological Science, University of Wales.

- Ramsay, P. (2001). Diurnal temperature variation in the major growth forms of an Ecuadorian páramo plant community. In: Ramsay (ed.), 2001, The Ecology of Volcán Chiles: high-altitude ecosystems on the Ecuador-Colombia border. Plymouth: Pebble & Shell. Pp. 101-112.
- Ramsay, P. & Oxley, E. (1997). The growth form composition of plant communities in the Ecuadorian páramos. *Plant Ecology*, 131(2), 173–192.
- Ramsay, P. & Oxley, E. (2001). An assessment of aboveground net primary productivity in andean grassland of central Ecuador. *Mountain research and development*, 21(2), 161-167.
- Rangel-Ch, J. O. (2000). Colombia diversidad biótica III, la región de vida paramuna. Bogotá (Colombia): Universidad Nacional de Colombia, Unilibros, 902.
- Rangel-Ch, J. O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.* 39 (151): 176-200.
- Raunkiaer, C. (1934). The life form of plants and statistical plant geography. Oxford University Press. Oxford.
- Renvoize, S., Vega, A. & R. Zulma. (2006). 214(3). Gramineae (part 3) Subfam. Panicoideae. In G. Harling, L. Andersson (eds), *Flora of Ecuador 78:1-217*. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- R Foundation. (Agosto de 2018). The R Project for Statistical Computing. Obtenido de <https://www.r-project.org/>
- Rivas-Martínez, S. (2004). Global Bioclimatics (Clasificación Bioclimática de la Tierra) (Versión 27-08-2004). Cap. 4: Nociones sobre geobotánica y biogeografía. Retrieved from http://www.globalbioclimatics.org/book/bioc/global_bioclimatics_4.htm#4aa (Consultada el 27 de agosto, 2018).
- Rivas-Martínez, S., Navarro, G., Penas, A. & Costa, M. (2011). Biogeographic map of South America. A preliminary survey. *International Journal of Geobotanical Research*, 1(1), 21–40.
- Rivas-Martínez, S. & Rivas-Saenz, S. (1996-2017) Worldwide Bioclimatic Classification System. Phytosociological Research Center, Spain. <http://www.globalbioclimatics.org>
- Rivas-Martínez, S. & Tovar, O. (1982). Vegetatio Andinae I. Datos sobre las comunidades vegetales altoandinas de los Andes Centrales del Perú. *Lazaroa* 4: 167-187.
- Robinson, H. (1978). 190(2). Compositae-Liabeae. In G. Harling & B. Sparre (eds), *Flora of Ecuador 8:1-63*. University of Göteborg; Riksmuseum, Göteborg; Stockholm.
- Robinson, H. (1997). New species of *Aphanactis*, *Calea*, *Clibadium*, and *Tridax* (Heliantheae: Asteraceae) from Ecuador and Peru. *Phytologia*, 82(1), 58–62.
- Robinson, H. (2006a). 190(6). Compositae-Heliantheae Part I. In G. Harling, L. Andersson (eds), *Flora of Ecuador 77 (1):1-232*. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Robinson, H. (2006b). 190(6). Compositae-Heliantheae Part II: Genera M-Z. In G. Harling, L. Andersson (eds), *Flora of Ecuador 77 (2):1-235*. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Robinson, H. (2008). 190(3). Compositae - Eupatorieae. In G. Harling, C. Persson (eds), *Flora of Ecuador 83:1-349*. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Romoleroux, K. (1979). 79. Rosaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), *Flora of Ecuador 56:1-154*. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Romoleroux, K. (2004). The genus *Lachemilla* (Rosaceae) in the northern Andes of South America. *Lyonia*, 7(1), 21–32.
- Romoleroux, K. & A. Freire-Fierro. (2004). 76(A). Escalloniaceae. In G. Harling, L. Andersson (eds), *Flora of Ecuador 73:69-82*. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.

- Romoleroux, K., Cárate, Tandalla, D., Erler, R., & H, Navarrete. (2016). Plantas vasculares de los bosques de *Polylepis* en los páramos de Oyacachi. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecofondo. Quito-Ecuador.
- Romoleroux, K. & Pitman, N. 2004. *Polylepis lanuginosa*. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e.T38119A10099269. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T38119A10099269.en>. Downloaded on 05 September 2018.
- Roskov Y., Abucay L., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., De Wever A., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., eds. (2017). Species 2000 & ITIS Catalogue of Life, 2017 Annual Checklist. Digital resource at www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2017. Species 2000: Naturalis, Leiden, the Netherlands. ISSN 2405-884X.
- Royal Botanic Gardens. Kew. (2017). State of the World's Plants 2017. Disponible en: <https://stateoftheworldsplants.org/>
- RStudio, Inc. (s.f.). R studio. Recuperado el noviembre de 2015, de <https://www.rstudio.com>
- SAS. (2015). LASSO Selection with PROC GLMSELECT. Obtenido de <https://youtu.be/bWh-J9ixN8e0>
- Sarmiento, G. (1986). Ecological features of climate in high tropical mountains. In: Vuilleumier, F. & Monasterio, M. (eds), High Altitude Tropical Biogeography: 11–45 Oxford University Press, Oxford.
- Sciandrello, S., D'Agostino, S. & Minissale, P. (2014). The vascular flora of the Taormina Region (Peloritani Mountains–northeast Sicily). *Webbia*, 69(2), 301–324.
- Serrano, F. (1996). Árboles y arbustos del bosque de Mazán, Tomo I (Cuenca: ETAPA).
- Serrano-Giné, D., Galárraga-Sánchez, R. (2015). El páramo andino: características territoriales y estado ambiental. Aportes interdisciplinarios para su conocimiento. *Estudios Geográficos*, Vol. LXXVI, 278, pp. 369-393, doi: 10.3989/estgeogr.201513.
- Sierra, M. & others. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto Inefan/Gef-Birf y Ecociencia. Retrieved from <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201300041635>
- Silva-Moure, K., Torrecilla, P. & Lapp, M. (2014). Taxonomía de *Lasiocephalus* Willd. ex Schldtl. (Asteraceae) en Venezuela. *Ernstia*, 23(2), 91–118.
- Sklenář, P. (2012). *Senecio josei* and *S. superparamensis* spp. nov. (Asteraceae: Senecioneae) from the Andes of Ecuador. *Nordic Journal of Botany*, 30(4), 394–398.
- Sklenář, P. & Balslev, H. (2005). Superpáramo plant species diversity and phytogeography in Ecuador. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 200(5), 416–433.
- Sklenář, P., & Balslev, H. (2007). Geographic flora elements in the Ecuadorian superpáramo. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants*, 202(1), 50–61.
- Sklenář, P., Dušková, E., & Balslev, H. (2011). Tropical and temperate: evolutionary history of páramo flora. *The Botanical Review*, 77(2), 71–108.
- Sklenář, P., & Jørgensen, P. M. (1999). Distribution Patterns of Paramo Plants in Ecuador. *Journal of Biogeography*, 26(4), 681-691.
- Sklenář, P., Luteyn, J. L., Ulloa-Ulloa, C., Jørgensen, P. M., & Dillon, M. O. (2005). Flora genérica de los páramos: Guía ilustrada de las plantas vasculares. *Memoirs of The New York Botanical Garden*, Vol. 92.
- Sklenář, P., & Ramsay, P. M. (2001). Diversity of zonal páramo plant communities in Ecuador. *Diversity and Distributions*, 7(3), 113–124.
- Small, R. L. & Hickey, R. J. (2001). Systematics of the northern Andean *Isoëtes karstenii* complex. *American Fern Journal*, 91(2), 41–69.
- Smith, A. R. (1983). 14(4). Polypodiaceae – Thelypteridoideae. In G. Harling, B. Sparre (eds), *Flora of Ecuador* 18:1-148. University of Göteborg; Riksmuseum, Göteborg; Stockholm.

- Smith, L. B. & R. J. Downs. (1974). Pitcairnioideae (Bromeliaceae) (Flora Neotropica 14 (1): 1-660). Organization for Flora Neotropica by The New York Botanical Garden, New York.
- Smith, L. B., & Downs, R. J. (1977). Tillandsioideae (Bromeliaceae). Flora Neotropica. Monograph Number 14, Part 2. Hafner Press, New York.
- Smith, A. R., Pryer, K. M., Schuettpelz, E., Korall, P., Schneider, H., & Wolf, P. G. (2006). A classification for extant ferns. *Taxon*, 55(3), 705–731.
- Smith, A. P., & Young, T. P. (1987). Tropical alpine plant ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18(1), 137–158.
- Soreng, R., Davidse, G., Peterson, P., Zuloaga, F., Filgueiras, T., Judziewicz, E. & Morrone, O. (2003 onwards). Internet Catalogue of New World Grasses: On-line taxonomic novelties and updates, distributional additions and corrections, and editorial changes to the four published volumes of the Catalogue of New World Grasses (Poaceae). Obtenido de published in *Contr. U.S. Natl. Herb.* vols. 39, 41, 46, and 48: <http://www.tropicos.org/Project/CNWG>
- Ståhl, B. (1991). 155. Symplocaceae. In G. Harling & L. Andersson (eds.), *Flora of Ecuador* 43:1-58. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Stancík, D. (2003). Las especies del género *Festuca* (Poaceae) en Colombia. *Darwiniana*, 41(1-4), 93-153.
- Stancík, D., & Peterson, P. M. (2007). A revision of *Festuca* (Poaceae: Loliinae) in South American Paramos. *Contributions from The United State National Herbarium*, 56, 1-184.
- Stevens, P. F. (2001 onwards). Angiosperm Phylogeny Website. Version 14, July 2017 <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>.
- Stolze, R.G. (1983). 14(6). Polypodiaceae – Asplenioidae. In G. Harling, B. Sparre (eds), *Flora of Ecuador* 23:1-83. University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- Taylor, P. (1975). 183. Lentibulariaceae. In G. Harling, B. Sparre (eds), *Flora of Ecuador* 4:9-21. University of Göteborg; Riksmuseum, Göteborg; Stockholm.
- Thiers, B. (2016). Retrieved from Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. <http://sweetgum.nybg.org/science/ih/>.
- Tovar, O. (1960). Revisión de las especies peruanas del género *Calamagrostis*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Tovar, O. (1993). Las Gramíneas (Poaceae) del Perú (Vol. 13). Editorial CSIC-CSIC Press. Retrieved from [https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=CHFjWTVw_oAC&oi=fnd&pg=PA21&dq=Las+Gram%C3%ADneas+\(Poaceae\)+del+Per%C3%BA&ots=643kLe-G2ow&sig=7HxOnOD33_ki-o40NP-gdTIL7-o](https://books.google.com/books?hl=es&lr=&id=CHFjWTVw_oAC&oi=fnd&pg=PA21&dq=Las+Gram%C3%ADneas+(Poaceae)+del+Per%C3%BA&ots=643kLe-G2ow&sig=7HxOnOD33_ki-o40NP-gdTIL7-o)
- Trigas, P., Panitsa, M. & Tsiftsis, S. (2013). Elevational gradient of vascular plant species richness and endemism in Crete—the effect of post-isolation mountain uplift on a continental island system. *PLoS One*, 8(3), e59425.
- Tropicos.org. (2017) Missouri Botanical Garden, St. Louis, MO, USA. [Accessed 2017]. Available from: <http://www.tropicos.org>
- Ulloa-Ulloa, C., Álvarez, S., Jørgensen, P. & Minga, D. (2004). Guía de 100 Plantas Silvestres del Páramo del Parque Nacional Cajas. Etapa, Cuenca.
- Ulloa-Ulloa, C. & Neill, D. A. (2005). Cinco años de adiciones a la flora del Ecuador: 1999-2004. Missouri Botanical Garden Press.
- Urgiles, N., Cofre, D., Loján, P., Maita, J., Alvarez, P., Baez, S., . . . Aguirre, N. (2018). Diversidad de plantas, estructura de la comunidad y biomasa aérea en un páramo del sur del Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 8(1), 44-56.

- USDA, NRCS. (2014). Keys to Soil Taxonomy (12 ed.). United State Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Vacas, O., Navarrete, H. & Yáñez, C. (2012). Diccionario de plantas útiles del Ecuador: quichua-español, español-quichua. Quito: Herbario QCA-PUCE.
- Valencia, R. (2000). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Van Der Hammen, T., Cleef, A. (1983). Datos para la Historia de la Flora Andina. Revista chilena de historia natural 56: 97-101.
- Vargas, O. M. (2011). (Vol. 14, 2011-12) A Nomenclator of *Diplostephium* (Asteraceae: Astereae): A List of Species with their Synonyms and Distribution by Country. Lundellia. Retrieved from <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/32672>
- Vasco-Tapia, S., Rodríguez, S., Rodas, F., Pesántez, M., Cabrera, S., Romero, M., . . . Vallejo, S. (Julio de 2012). Propuesta para la declaratoria de reserva de biosfera dirigida a la UNESCO denominada: ÁREA DE BIOSFERA MACIZO DEL CAJAS. Cuenca, Ecuador: Comité promotor para la nominación ante UNESCO.
- Velásquez, J. (1994). Plantas acuáticas vasculares de Venezuela. Cdch Universidad Central de Venezuela.
- Vile Denis, Garnier Éric, Shipley Bill, Laurent Gérard, Marie-Laure Navas, Catherine Roumet, Sandra Lavorel, Sandra Díaz, John G. Hodgson, Francisco Lloret, Guy F. Midgley, Hendrik Poorter, Mike C. Rutherford, Peter J. Wilson, Ian J. Wright (2005) Specific Leaf Area and Dry Matter Content Estimate Thickness in Laminar Leaves, Annals of Botany, Volume 96 (6), 1129–1136, <https://doi.org/10.1093/aob/mci264>
- Wakley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of Degjtareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid tritration method. Soil Science, 37, 29-38.
- Weigend, M. (2000). 132. Loasaceae (In G. Harling, L. Andersson, (eds.), Flora of Ecuador 64:1-92). University of Göteborg; Riksmuseum; Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Göteborg; Stockholm; Quito.
- White, S. (2013). Grass páramo as hunter-gatherer landscape. The Holocene, 23(6), 898–915.
- Wurdack, J. (1988). 138. Melastomataceae. In G. Harling, L. Andersson, (eds.), Flora of Ecuador 13:1-406. University of Göteborg; Riksmuseum, Göteborg; Stockholm.
- Young, K. R., Ulloa-Ulloa, C., Luteyn, J. L. & Knapp, S. (2002a). Plant evolution and endemism in Andean South America: an introduction. The Botanical Review, 68(1), 4–21.
- Young, K. R., Ulloa-Ulloa C., Luteyn, J. L. & Knapp, S. (2002b). Plant evolution and endemism in Andean South America. The Botanical Review, 68(3), 424–429.

Índice de figuras

Figura N. 1: Distribución del páramo andino	1
Figura N. 2: Mapa base del PNC	2
Figura N. 3: Perfil altitudinal de comunidades vegetales del PNC	3
Figura N. 4: Precipitaciones mensuales mínima, media y máxima (mm) registradas por INHAMI entre 1960 y 2015, y precipitación estimada según el modelo Wordclim (Fick & Hijmans 2017), en la localidad Chirimachay.	5
Figura N. 5: Precipitaciones mensuales mínima, media y máxima (mm) registradas por INHAMI entre 1960 y 2015, y precipitación estimada según el modelo Wordclim (Fick & Hijmans 2017), en la localidad Labrado.	6
Figura N. 6: Comparación de la precipitación promedio registrada entre los años 2014-2016 en 6 lugares del macizo del Cajas.	6
Figura N. 7: Comparación de la temperatura promedio registrada en 6 lugares del macizo del Cajas entre los años 2014-2016	7
Figura N. 8: Temperaturas máximas, mínimas y medias estimadas por Wordclim (2017) para 11 puntos del PNC.	7
Figura N. 9: Precipitaciones mensuales mínima, media y máxima (mm) registradas por INHAMI entre 1960 y 2015, y precipitación estimada según el modelo Wordclim (Fick & Hijmans 2017), en la localidad Labrado.	8
Figura N. 10: Ortofoto del Parque Nacional Cajas	11
Figura N. 11: Reserva de la biosfera “Macizo del Cajas”.	11
Figura N. 12: Cobertura vegetal en la reserva “Macizo del Cajas”.	12
Figura N. 13: Cobertura vegetal y uso del suelo del PNC.	14
Figura N. 14: Número de especies por grupo taxonómico	26
Figura N. 15: Número de familias por orden	26
Figura N. 16: Número de géneros y especies en las principales familias	27
Figura N. 17: Géneros con mayor número de especies	27
Figura N.18: Número de especies por biotipo principal, de acuerdo a Rivas-Martínez (2004)	29
Figura N. 19: Número de especies por biotipo específico, de acuerdo a Rivas-Martínez (2004)	30
Figura N. 20: Número de taxones registrados en cada rango altitudinal.	31
Figura N. 21: Número de especies de cada biotipo, por rango altitudinal.	32
Figura N. 22: Zonas con menor número de muestras botánicas	33
Figura N. 23: Número de taxones por hábitat de preferencia.	34
Figura N. 24: Número de taxones de acuerdo con su origen.	36
Figura N. 25: Número de taxones de acuerdo con su categoría de amenaza	38
Figura N. 26: Mapa de la parte septentrional y central del PNC, en el cual se ubican las estaciones de muestreo de paja	113
Figura N. 27: Vista panorámica del valle de Burines.	114
Figura N. 28: Vista panorámica de la cuenca del río Quinusas.	114
Figura N. 29: Vista panorámica de la laguna Luspa.	115
Figura N. 30: Ejemplos de establecimiento de estaciones de muestreo.	117
Figura N. 31: Medición en campo de la circunferencia basal de una macolla (A), diámetro E-W (B) y N-S (C) de la copa.	119

Figura N. 32: Dimensiones de la parcela de muestreo y disposición de las sub-parcelas.	120
Figura N. 33: Corte con hoz de la base de la macolla(A) y base de la macolla cortada (B)	121
Figura N. 34: Medición con micrómetro del diámetro de las hojas (A),	122
Figura N. 35: Separación de hojas vivas (verdes) por clase de longitud (A) y medición de una muestra por cada clase con regla (B).	123
Figura N. 36: Secadora y temperatura de secado	124
Figura N. 37: Balanza de precisión empleada	124
Figura N. 38: Balanza para alimentos empleada	124
Figura N. 39: Toma de muestra del suelo, hasta los 20 cm de profundidad	125
Figura N. 40: Detalles de las hojas de <i>C. intermedia</i> y <i>F. subulifolia</i>	130
Figura N. 41: Foto de una macolla de paja	134
Figura N. 42: Presencia de <i>Gentianella hirculus</i> , especie endémica del PNC, en el estrato E_0 de pajonal con presencia de conejos.	138
Figura N. 43: Presencia de <i>Halenia taruga-gasso</i> y <i>Lupinus tauris</i> en el estrato E_1 de pajonal en la sub-cuenca Migüir.	139
Figura N. 44: Parcela TVI, donde se evidencia la abundante cobertura por musgo y la presencia, fuera del área de muestreo, de arbustos del género <i>Gynoxys</i> .	140
Figura N. 45: Estructura vertical de la vegetación en las parcelas analizadas, ordenadas por valores decrecientes de E_0BL	140
Figura N. 46: Cobertura basal y de copa (m^2) de las macollas de paja en parcelas de $20 m^2$	141
Figura N. 47: Relación entre la cobertura de copa y la altura promedio de la paja en parcelas de $20 m^2$	141
Figura N. 48: Pastoreo cerca de laguna Larga, que afecta directamente a la cantidad de paja presente.	143
Figura N. 49: Biomasa total y de hojas verde (en g/m^2) de la paja en parcelas de $20 m^2$	143
Figura N. 50: Paja con agua de condensación en la superficie de sus hojas	145
Figura N. 51: Área foliar total y verde de la paja (en m^2/m^2) en las 21 parcelas	145
Figura N. 52: Relación entre la elevación y la superficie foliar total	146
Figura N. 53: Variación del error al variar λ .	148
Figura N. 54: Relación entre la biomasa total medida y calculada a partir de la ecuación del modelo 1.	149
Figura N. 55: Variación del error al variar λ .	150
Figura N. 56: Relación entre la biomasa total medida y calculada a partir de la ecuación del modelo 2.	151
Figura N. 57: Variación del error al variar λ .	152
Figura N. 58: Relación entre la superficie foliar total medida y calculada a partir de la ecuación.	153
Figura N. 59: Paja en crecimiento después de 100 días del corte completo de la muestra de $0,5 m^2$	156
Figura N. 60: Hojas de paja, con lámina de forma cilíndrica y vaina (en la base).	157

Índice de tablas

Tabla N. 1:	Correspondencia entre el Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador	13
Tabla N. 2:	Parcelas de muestreo	116
Tabla N. 3:	Datos tomados en campo e instrucciones para el llenado de la ficha.	118
Tabla N. 4:	Índices asignados de abundancia-dominancia.	120
Tabla N. 5:	Datos físicos de las parcelas de muestreo.	127
Tabla N. 6:	Cobertura por estratos (en %) en las parcelas de muestreo	128
Tabla N. 7	Cobertura basal, de copa y altura de la paja.	129
Tabla N. 8:	Composición de las macollas de paja y cobertura por especie	131
Tabla N. 9:	Biomasa verde y total por sitio	133
Tabla N. 10:	Superficie foliar verde y total por sitio	135
Tabla N. 11:	Parámetros edáficos determinados en el campo, en todas las parcelas	136
Tabla N. 12:	Parámetros edáficos determinados en laboratorio, para 12 parcelas	137
Tabla N. 13:	ANOVA y test post-hoc realizados para la variable “Biomasa total”.	144
Tabla N. 14:	ANOVA y test post-hoc realizados para la variable “Biomasa verde”.	144
Tabla N. 15:	ANOVA y test post-hoc realizados para la variable “Superficie foliar total”.	146
Tabla N. 16:	ANOVA y test post-hoc realizados para la variable “Superficie foliar verde”.	147



