

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Posgrados

Comparación de la composición florística en páramo de pajonal a diferentes rangos altitudinales en el Área de Conservación Hídrica Palugullo, Ecuador.

Andrea Patricia Almeida Suárez

**Gonzalo Rivas Torres, PhD.
Director de Trabajo de Titulación**

Trabajo de titulación de posgrado presentado como requisito para la obtención del título de
Maestría en Ecología

Quito, 22 de diciembre de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

COLEGIO DE POSGRADOS

HOJA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Comparación de la composición florística en tres rangos altitudinales en un páramo de pajonal en el área de conservación hídrica Paluguillo, Ecuador.

Andrea Patricia Almeida Suárez

Firmas

Gonzalo Rivas Torres, PhD.

Director del Trabajo de Titulación

Margarita Brandt, PhD.

Directora del Programa de Maestría en Ecología

Stella de la Torre, PhD.

Decana del Colegio de Ciencias Biológicas y Ambientales

Hugo Burgos, PhD.

Decano del Colegio de Posgrados

Quito, 22 de diciembre de 2016

© Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: _____

Nombre: Andrea Patricia Almeida Suárez

Código de estudiante: 00103619

C. I.: 1711384774

Lugar, Fecha Quito, 22 de diciembre de 2016

DEDICATORIA

Para Luciana y Fernando por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS

Al Director de mi tesis, Gonzalo Rivas Torres, por haberme ayudado en todo momento y confiado en mí. A Margarita Brandt, por haber apoyado en todo el proceso para que esta tesis llegue a su culminación. A Hugo Valdebenito y Silvia Salgado por haber aceptado ser parte de mi Comité y haber dado observaciones para sustentar esta tesis.

A Bert De Briève, Secretario Técnico de FONAG, quien me dio el permiso para realizar mi tesis en el Área de Conservación Hídrica Palugullo.

A Estefanía Boada- PUCE y Mario Caviedes PhD- USFQ por ayudarme a recordar estadística y a entenderla. A mi hija Luciana y a mi pareja Fernando. A mis padres y hermanas: Eduardo, Patricia, Natalia, Valeria y Majo. A mis asistentes de campo: Lourdes Quishpe, Juanita García, Cecilia Carrillo, Eduardo Almeida, Felipe Wittmer y Luciana de Abajo. A Chris James. A la gente de la biblioteca por su buena actitud y profesionalismo.

A todos los profesores de la maestría de Ecología que contribuyeron para enriquecer mi conocimiento científico.

RESUMEN

El páramo es un ecosistema que brinda servicios ambientales a los ecuatorianos pero son limitados; es un reservorio de especies únicas por haber desarrollado adaptaciones para los cambios bruscos de los factores abióticos que ocurren diariamente y por estas razones se debe dar el valor para conservarlos.

Por la importancia antes mencionada se realizó una comparación de la composición de especies en diferentes rangos altitudinales en el ecosistema de páramo de pajonal en el Área de Conservación Hídrica Palugullo, a 45 km de la ciudad de Quito. Para esto, se definieron tres objetivos para determinar si existían diferencias entre comunidades de especies de flora en tres rangos altitudinales y si responden a distintos factores abióticos como temperatura, radiación solar y humedad.

Para cumplir con los objetivos planteados, se establecieron 36 parcelas, de 2x 2,5 m², al azar, en tres rangos altitudinales que se los denominó zonas (Zona Baja: 3660 a 3760, Zona Media: 3830 a 3930 y Zona Alta: 3990 a 4090 msnm) con dos tipos de tratamiento para las coberturas más predominantes: herbáceo y arbustivo. Además, en estas parcelas se tomaron datos de factores abióticos como temperatura ambiental, radiación solar, humedad del suelo y ambiente, pH y temperatura del suelo; y factores bióticos como número de individuos, especies, género y familia.

Como resultado, se encontraron algunas diferencias en la composición florística y factores abióticos entre tratamientos, en cada rango altitudinal y entre zonas.

Se espera que este estudio sea de utilidad para el manejo y conservación de los recursos naturales de los páramos con características abióticas y bióticas similares al área de estudio y para el monitoreo a largo plazo.

Palabras clave: Páramo de pajonal, Palugullo, Composición florística, Rangos Altitudinales, Parcelas.

ABSTRACT

Páramo is an ecosystem that provides environmental services to Ecuadorians but is limited. It is a reservoir of unique species that have developed adaptations for abrupt changes from abiotic factors that occur daily. For these reasons, it must be given the importance to conserve them.

A comparison of floristic composition, in different altitudinal ranges, was carried out in the tussock páramo ecosystem in Paluguillo Water Conservation Reserve, 45 km from the city of Quito.

A total of 36 plots of 2 x 2.5 m² were established randomly in three altitudinal ranges that were named (Lower Zone: 3660 to 3760 masl, Medium Zone: 3830 to 3930 masl, and Higher Zone: 3990 to 4090 masl) with two vegetation treatments (herbaceous and shrub).

Data were collected on abiotic factors such as temperature, solar radiation, soil humidity, and humidity, pH, and temperature; and biotic factors such as number of individuals, species, gender and family.

As a result, differences in floristic composition were found between treatments, altitudinal range, and between zones.

This study may be used in management and conservation natural resource programs for páramos with similar abiotic and biotic characteristics, and for long term research.

Key words: tussock páramo, Paluguillo, floristic composition, flora of páramo, altitudinal ranges, plots.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	6
Abstract	7
Índice de figuras	9
Índice de tablas	10
Introducción	11
Metodología y diseño de la investigación	16
Análisis y resultados	20
Discusión	25
Referencias	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DEL ECUADOR, UBICACIÓN DEL ÁREA DE CONSERVACIÓN HÍDRICA PALUGUILLO, LAS TRES ZONAS DE ESTUDIO Y PARCELAS ESTABLECIDAS.

FIGURA 2. ANÁLISIS DE CORRESPONDENCIAS CANÓNICAS – CCA (TRATAMIENTOS Y FACTORES ABIÓTICOS)

FIGURA 3. ANÁLISIS DE ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL - MDS (ZONAS Y FACTORES ABIÓTICOS)

FIGURA 4. VOUCHER DE ESPECIES (FOTOGRAFÍAS).

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. A. VALORES DE LA MEDIA Y DESVIACIONES ESTÁNDAR (FACTORES ABIÓTICOS Y TRATAMIENTOS) PRUEBA ESTADÍSTICA T STUDENT.

B. VALORES DE LA MEDIA Y DESVIACIONES ESTÁNDAR (FACTORES ABIÓTICOS Y TRATAMIENTOS) PRUEBA ESTADÍSTICA DE WILCOXON.

TABLA 2. NÚMERO DE INDIVIDUOS DE DIFERENTES ESPECIES EN TRES ZONAS DE ESTUDIO.

TABLA 3. NÚMERO DE GÉNEROS Y ESPECIES IDENTIFICADAS DE CADA FAMILIA.

TABLA 4. FORMAS DE VIDA EN TRATAMIENTOS (HERBÁVEO Y ARBUSTIVO) EN TRES RANGOS ALTITUDINALES.

INTRODUCCIÓN

El ecosistema conocido como “páramo” se encuentra distribuido en la región andina de Colombia, Venezuela y Ecuador con algunos parches en Costa Rica, Panamá y en el norte de Perú (Jørgensen y León-Yáñez 1999, Sklenár et al. 2005, Aguilar et al. 2009). El páramo se registra principalmente en las zonas denominadas de alta montaña entre los 3000 a 5000 msnm (Luteyn 1999). Estos ecosistemas son reconocidos principalmente por su alta diversidad respecto a otros ecosistemas de alta montaña a nivel mundial (Van der Hammen y Cleef 1986). Presenta un alto endemismo y condiciones únicas debido a la variedad de características geográficas, geológicas, climáticas, fisonómicas y florísticas (León-Yáñez 2000, Díaz-Granados et al. 2005).

Además de su importancia biótica, el páramo también provee de servicios ecosistémicos como la captación y provisión de agua (Hosftede 2011) para grandes ciudades importantes como Bogotá y Quito (Buytaert et al. 2006). Estos servicios son el resultado de un complejo y poco conocido balance entre las especies registradas en los páramos y su entorno abiótico (Buytaert et al. 2006). Esto quiere decir que es muy importante entender los factores que afectan a la composición vegetal en estos ecosistemas para después entender como estas dinámicas influyen a los servicios ecosistémicos relevantes. En el Ecuador se han realizado caracterizaciones de algunos ecosistemas de páramo (Ramsay 1992, Luteyn 1999, Sklenár 1999, Beltrán et al. 2009) pero no de todos los registrados en el país. Igualmente son aun limitados los estudios que analizan la importancia de los servicios ecosistémicos que estos ecosistemas brindan (Mena Vásconez y Hosftede 2006, Buytaert 2006) y las amenazas que estos enfrentan (Hosftede 2011).

En el Ecuador, el páramo se extiende en las zonas altas de la cordillera de los Andes (León-Yáñez 2000) con una superficie que comprende alrededor de 1'337.119 ha., valor que incluye pajonales, bofedales, vegetación geliturbada y subnival paramuna o superpáramo, que aproximadamente es el 5% del territorio del país (Beltrán et al. 2009)). Sin embargo, sus límites altitudinales varían mucho dependiendo de factores locales como el clima, el suelo y el grado de intervención humana (León- Yáñez 2000). El páramo se caracteriza por tener un ambiente frío y húmedo con cambios repentinos en el clima y una fluctuación diurna entre 0°C a 23°C que a menudo es un ciclo diurno de congelación y descongelación (Luteyn 1992). La precipitación anual varía entre los 500mm hasta los 3000mm (Luteyn 1992). La humedad en el ambiente es alta, el promedio varía entre el 70 y 85% (Ulloa 2016). Los suelos son húmicos de color negro o café oscuro, ácidos con un pH entre 3.7 a 5.5, y por lo general están saturados de agua debido al alto contenido orgánico que no ha llegado a descomponerse, lo que hace que retengan humedad incluso durante los períodos de poca lluvia (Luteyn 1992, Ramsay 1992). El ecosistema de páramo en el Ecuador tiene una notable biodiversidad debido a tres factores: localización en los trópicos, cordillera de los Andes y corrientes húmedas de la Amazonía y corrientes frías del Pacífico (Mena Vásconez y Hofstede 2006).

El dato exacto sobre el número total de especies de flora en los páramos ecuatorianos aún es incierto; no obstante, se estima que podría ser 1.590 especies tomando en cuenta que representa un 10% del total de la flora ecuatoriana (Jørgensen y León Yáñez 1999). A pesar de no conocer el número exacto de especies de flora, se han realizado estudios y descripciones generales de las dinámicas poblacionales de especies de plantas y ecosistemas de páramo (Ramsay 1992, Luteyn 1992, Mena Vásconez y Medina 2001, Beltrán

et al. 2009), de acuerdo a su entorno biológico y las características de adaptación a factores abióticos como la baja presión atmosférica, intensa radiación ultravioleta, y cambios rápidos en la insolación que resultan en la rápida absorción y pérdida de calor por el efecto seco de los vientos (Luteyn 1992). Por otro lado, se puede citar que las plantas en general en este ecosistema registran características anatómicas y fisiológicas comunes como la densa pubescencia en tallos y envés de las hojas que en muchos de los casos son pequeñas, coriáceas y brillantes; raíces largas y profundas o pequeñas, y crecimiento tipo arbusto xerofítico (Luteyn 1999, Sklenár 1999). Otra adaptación de estas especies son las formas de vida que presentan, entre ellas están las rosetas gigantes y enanas, rosetas caulescentes, penachos, almohadillas y alfombras, arbustos enanos y postrados, y hierbas erectas y postradas (Mena Váconez y Medina 2001, Ramsay y Oxley 1997).

En el Ecuador existen diferentes tipos de páramos, uno de ellos es el páramo de pajonal (Mena Váconez 2001) o herbazal montano alto (MAE 2012). En la parte norte del país, este tipo de páramo se encuentra entre 3.400 hasta 4.300 msnm aproximadamente (Salgado et al. en MAE 2012). Está dominado por gramíneas amacolladas, generalmente de los géneros de *Calamagrostis* y *Festuca*, y macollas más grandes del género *Cortaderia* (Jørgensen y León-Yáñez 1999). Entre las poblaciones de gramíneas crecen plantas herbáceas, algunas postradas y algunas erguidas, de los géneros *Halenia*, *Gentiana*, *Gentianella*, *Ranunculus*, *Geranium*, *Castilleja*, *Lupinus* y *Valeriana*; algunas plantas en roseta del género *Puya*; manchas de arbustos xerofíticos de los géneros *Diplostephium*, *Hypericum* y *Pentacalia* (Ramsay y Oxley 1996), y algunos arbustos dispersos como *Chuquiraga Jussieui* y parches de bosques monotípicos de *Polylepis*, *Gynoxys* o *Buddleja* (Beltrán et al. 2009). En los páramos de pajonal del Ecuador existe mayor endemismo en plantas, a comparación de

otros ecosistemas de alta montaña en el país (León-Yáñez et al. 2011). Estos páramos son los que mayor amenaza tienen a causa de la agricultura, quema, pastoreo y reforestación con especies introducidas (Hofstede y Mena 2000, León-Yáñez et al. 2014). Estas amenazas causan la pérdida de biodiversidad de especies y su consecuente afectación a los servicios ecosistémicos que este tipo de páramo brinda (Hosftede 2011).

A nivel regional, en Venezuela, Colombia, Ecuador y Costa Rica, existen varios estudios de la composición de especies en páramos de pajonal (Mena Vásconez y Medina 2001, Beltrán et al. 2009, Hosftede 2011). Sin embargo a nivel local son muy pocos los estudios que a escalas espaciales pequeñas (i.e. 1km) hagan una la comparación entre factores abióticos y la composición de especies en estos ecosistemas de alta montaña (Ramsay 1992, Ramsay y Oxley 1997, Sklenár y Ramsay 2001, Arzac et al. 2011, Mena-Vásconez y Medina 2000).

El páramo de pajonal del Área de Conservación Hídrica de Paluguillo es de gran importancia al servir de corredor biológico entre dos áreas protegidas y áreas municipales, además alberga especies de vida emblemáticas como el oso de anteojos y el tapir andino, que son componentes animales de importancia en estos ecosistemas (FONAG 2016). A pesar de su importancia presenta varias amenazas debido a impactos producidos por la ampliación de la carretera Pifo- Papallacta, dos oleoductos (SOTE y OCP), un poliducto, y por redes de transmisión eléctrica (FONAG 2016). Igualmente Paluguillo se caracteriza por tener un área de páramo moderadamente impactada (García et al. 2016, Suárez et al. 2013). El Área de Conservación Hídrica Paluguillo tiene mayoritariamente un ecosistema de páramo de pajonal, donde se han realizado estudios puntuales en macroinvertebrados, calidad hídrica, infiltración de agua, descripción de especies de fauna, pero no un estudio específico sobre la

composición de especies de plantas a diferentes rangos altitudinales y los factores abióticos que caracterizan a ese tipo de páramo. Es una interesante área de estudio para entender la composición vegetal y los factores abióticos que influyen su ensamblaje. Si bien, este páramo es dominado por penachos de algunas especies de poáceas se pueden diferenciar parches con estructura arbustiva y arbórea, los mismos que están dispersos en el paisaje. No obstante, existen algunas teorías del porqué de sus ocurrencias en general (Mena Vásconez y Hosftede 2006), y no existen proyectos en el área mencionada que se realicen a escalas apropiadas y que analicen si la flora en los parches boscosos dispersos es similar en composición a las zonas dominadas por herbáceas.

Por lo antes expuesto, este estudio se llevó a cabo en el Área de Conservación Hídrica Paluguillo y se plantearon tres objetivos: i) Comprobar si existe variación de las comunidades de plantas en dos tratamientos “arbustivo” y “herbáceo” en relación a la temperatura, humedad relativa y radiación solar. ii) Determinar si existen diferencias en la composición de las especies a distintas alturas que pueden ser explicadas por los factores abióticos registrados en las mismas; y, iii) Describir si la distribución de especies y la diversidad funcional asociada variará de acuerdo al distinto tratamiento y a diferentes rangos altitudinales.

METODOLOGÍA Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Área de Estudio

Esta investigación se realizó en el páramo de pajonal de la reserva privada Paluguillo (ver, Figura 1), localizada a 45 km de la ciudad de Quito (FONAG 2016). Es un Área de Conservación Hídrica-ACH que forma parte del Área de Protección de Humedales del cerro Puntas, a su vez parte del Sistema Metropolitano de Áreas Naturales Protegidas del Distrito Metropolitano de Quito (FONAG 2016). El ACH Paluguillo tiene una superficie de 800has., es un corredor biológico entre el Parque Nacional Cayambe Coca y la Reserva Ecológica Antisana (FONAG 2016). Esta reserva privada fue adquirida por la organización no gubernamental The Nature Conservancy- TNC, quien enfoca sus esfuerzos de conservación en especies, comunidades ecológicas y sistemas ecológicos (Poiani y Ritche 1999). Actualmente, TNC la transfirió legalmente al Fondo para la Protección del Agua - FONAG, quien tiene como acción proteger los ecosistemas naturales de altura que presentan un valor por el recurso hídrico (FONAG 2016). El ACH Paluguillo tiene una temperatura media que fluctúa alrededor de los 6°C, mientras que la temperatura máxima alcanza los 21°C y la mínima los 0°C; además registra una precipitación anual de 1300mm (F. Antisana 2005; Suárez et al. 2013).

El área de este estudio está en un rango altitudinal de 3660msnm, S 00°18.441' W78°14.011', hasta los 4090 msnm, S 00°20.520', W78°12.520'; está dominada mayormente por un páramo de pajonal (Luteyn 1999) o Herbazal Montano Alto (MAE 2012), pero también presenta parches dominados por especies arbustivas y arbóreas esparcidos en el paisaje de acuerdo a la bibliografía consultada, y a las visitas realizadas al lugar.

Diseño del muestreo

El levantamiento de los datos se realizó desde el mes de junio hasta principios de diciembre del 2016. Se definieron tres (3) “zonas” en un gradiente altitudinal comprendido desde los 3660 a 4090 msnm. Las tres zonas son: Baja (3670 a 3770msnm), Media (3830 a 3930 msnm) y Alta (3990 a 4090 msnm).

Se establecieron un total de 36 parcelas, cada una con un área de 2.00m x 2.5m (Villareal et al. 2006). Estas parcelas se ubicaron a una distancia mínima de 15 metros entre sí, para evitar autocorrelación espacial. En cada zona altitudinal se establecieron 12 parcelas, de las cuales 6 parcelas presentaban dominancia de especies arbustivas, denominado “tratamiento arbustivo”; las otras 6 parcelas fueron establecidas con dominancia de penachos o herbáceas, al que se le denominó “tratamiento herbáceo”. Este diseño se replicó en las tres zonas (3 diferentes rangos altitudinales) con los dos tipos de tratamiento, para obtener un total de 18 parcelas con tratamiento herbáceo y 18 parcelas con tratamiento arbustivo.

Las parcelas de este estudio son permanentes, están establecidas con tubos PVC ½ pulgada en las cuatro esquinas, además están georreferenciadas y mapeadas, lo que permitirá registrar datos para años próximos, que podrían ser la base para analizar la variación en la estructura de estas comunidades vegetales y los cambios en variables climáticas de importancia a largo plazo.

§ Factores abióticos:

En cada parcela se tomaron los siguientes datos:

1. Humedad y temperatura de ambiente con un psicrómetro (Extech RH300),

2. Coordenadas GPS (Garmin Etrex 20)
3. Temperatura y pH del suelo (Dr. Meter).
4. Porcentaje de humedad del suelo. Tubo PVC (5cm diámetro, 30 cm de alto) se obtuvo una muestra de suelo por parcela. Se obtuvo un peso por muestra de entre 100 a 125 gr. Las muestras fueron llevadas en fundas ziploc membretadas (Suárez et al. 2013, Abreu et al. 2015). Cada muestra fue secada al horno con una temperatura 65°C en 24 horas (Suárez et al. 2013).

Además en cada zona se tomaron los siguientes datos:

- Radiación solar (se midió con sensor HOBO® Pendant® UA-002-64 Pendant Light and Temperature) y
- temperatura ambiente (con sensor HOBO UA-001-64 Waterproof Pendant 64K T).

Los datos obtenidos con los métodos y materiales antes descritos fueron tomados una sola vez en cada parcela, menos los datos obtenidos con los sensores HOBO Pendant. No hubo repeticiones de estas medidas.

ς **Composición y diversidad:**

- A. En campo, se registró el número de parcela, ubicación, fecha y hora, los datos abióticos obtenidos con los sensores antes descritos, el número total de individuos de cada especie, el nombre de la especie, y se describió las formas de vida de cada individuo (ej. Herbácea, Arbustiva, Almohadilla, datos cualitativos para calcular diversidad funcional).
- B. Se identificó cada especie por medio de guías, libros y consultas a una especialista en páramo (Jorgensen y León-Yáñez 1999, Sklenár et al. 2005, Pillajo 2011, Ronquillo 2010, MECN-INB 2015, MOBOT 2016, Salgado 2016 com. pers.).

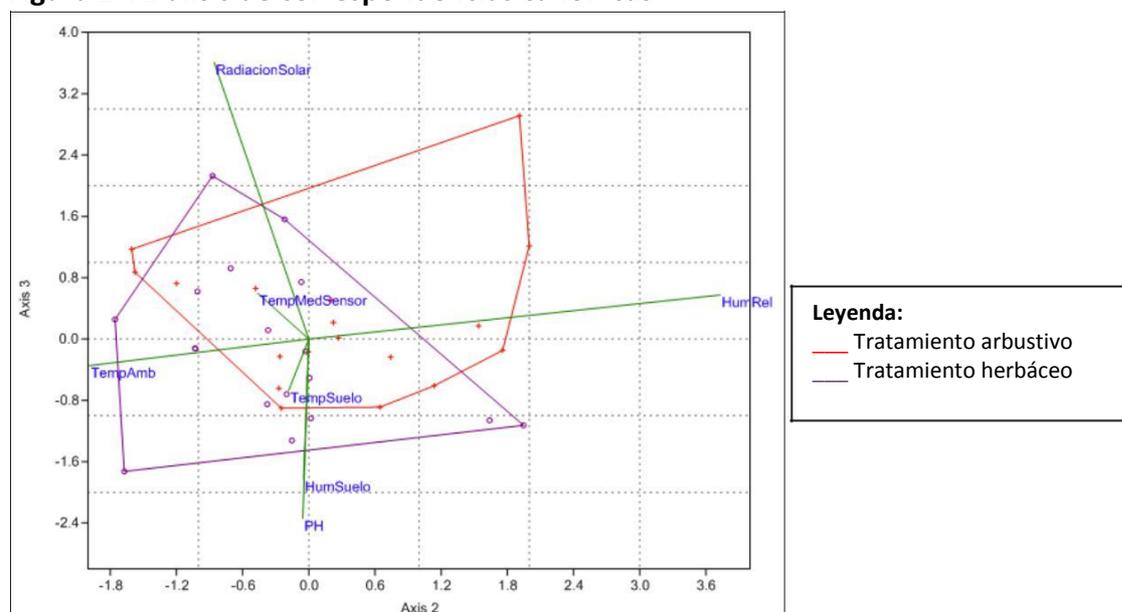
- C. Se tomaron fotografías de las especies y con estos insumos se realizó un voucher por especie para confirmación posterior (Ver Figura 4).
- D. Se analizó preliminarmente la riqueza y diversidad funcional, mediante tablas dinámicas.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

1. Para contestar el objetivo i) Comprobar si existe variación de las comunidades de plantas en dos tratamientos “arbustivo” y “herbáceo” en relación a la temperatura, humedad relativa y radiación solar.

- A. Se realizó un análisis de correspondencias canónicas (CCA) con el programa PAST v.2.17 para realizar un análisis multivariante (Hotelling 1936) y buscar las relaciones existentes entre las especies y tratamientos. El CCA presenta un plot de correspondencias que permite visualmente explicar si los tratamientos tienen una composición florística similar (los dos polígonos están muy cerca o casi uno encima de otro) o disimilar (polígonos separados sin intersección).
- B. Se realizó t Student y Wicolxon para cada set de datos de cada factor abiótico para ver su significancia.

Figura 2. Análisis de correspondencias canónicas



Los resultados del CCA permitieron observar, a través del plot de correspondencias de la Figura2, que la composición florística de los dos tratamientos tanto arbustivo (polígono

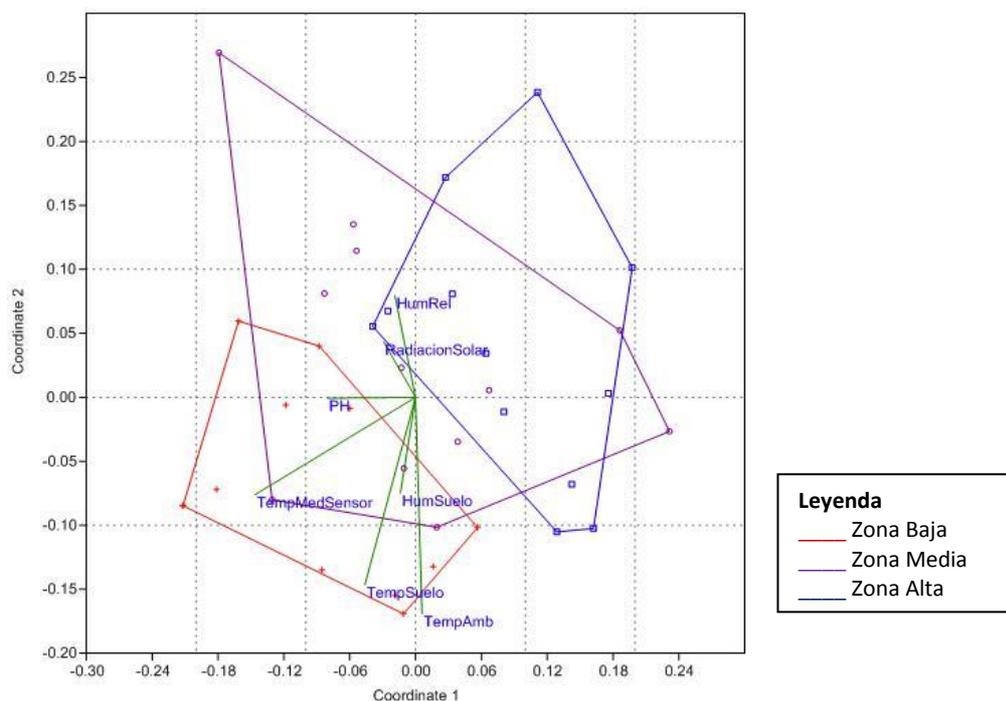
en color rojo) como herbáceo (polígono color morado) es muy similar. Además, se observa que estos dos tratamientos responden diferencialmente a distintos factores abióticos en mayor a menor nivel (tamaño de los vectores color verde). Es decir, en el tratamiento herbáceo (polígono de color morado), el ensamblaje de las especies se explica mayormente por factores como la temperatura ambiente, pH, temperatura y la humedad del suelo. En cambio, en el tratamiento arbustivo (polígono de color rojo) se puede observar que las especies responden a factores de humedad ambiental y radiación solar. A pesar de las diferentes respuestas que tuvieron los dos tratamientos en relación a factores abióticos, la composición florística no es significativamente distinta entre tratamientos porque de acuerdo a la Figura 2 los dos polígonos (color rojo y morado) que representan tratamiento herbáceo y arbustivo se traslapan

Si bien no se registraron diferencias en los ensamblajes de las comunidades entre los tratamientos de cobertura, los análisis t Student y Wicolxon realizados para cada set de datos permitieron evidenciar que la temperatura ambiente y la humedad del suelo presentan diferencias entre el tratamiento herbáceo y arbustivo (Tabla 1).

2. Para contestar el objetivo ii) Determinar si existen diferencias en la composición de las especies a distintas alturas que pueden ser explicadas por los factores abióticos registrados en las mismas.

A. Se realizó un análisis de escalamiento multidimensional (MDS) para determinar si los tres tratamientos afectan a la composición de especies en relación a los factores.

Figura 3. Análisis de Escalamiento Multidimensional - MDS (Zonas y Factores abióticos)



El MDS permite evidenciar que si existen diferencias en la composición de especies a distintas alturas, principalmente entre las parcelas ubicadas en la denominada zona baja (polígono rojo, Figura 3) y la zona alta (polígono azul) del área de estudio. La distinta composición de plantas diferenciada en la zona baja, polígono de color rojo, se explicaría mayormente por los factores abióticos de temperatura media ambiental, y temperatura y humedad del suelo que afectan a estas unidades de muestreo. El distinto ensamblaje de especies registrado en la zona alta, polígono de color azul, en cambio se explicaría mayormente por factores abióticos que influenciaron estas parcelas diferencialmente como la humedad del ambiente y la radiación solar.

3. Para responder el objetivo iii): Describir si la distribución de especies y la diversidad funcional asociada variará de acuerdo al distinto tratamiento y a diferentes rangos altitudinales.

Primeramente, realicé un análisis de distribución de especies, el mismo que cuantifica de manera general los principales taxa encontrados en todas las parcelas (36), para posteriormente describir los patrones referentes al objetivo en mención.

Se cuantificó un total de 1.481 individuos que pertenecen a 89 especies y a 30 familias. El número de especies identificadas en cada parcela varió de una (1) sola especie hasta dieciséis (16) especies. Siendo la zona media de rango altitudinal entre 3830 a 3930 msnm, la que registró el mayor número de especies, 58 spp, seguida por la zona alta, 49 spp, y la zona baja, con el menor número, 35 spp (Tabla 2).

De las 29 familias identificadas en este proyecto, 5 familias son generalmente registradas dentro de la diez familias más importantes y diversas de plantas vasculares del páramo siendo éstas en orden de número de géneros (Tabla 3): Asteraceae, Poaceae, Rosaceae, Ericaceae, Cyperaceae (Sklenár et al. 2005). La mayoría de especies identificadas son características de páramo de pajonal (Jørgensen y León-Yáñez 1999, Salgado et al. en MAE 2012), pero un porcentaje de especies identificadas en la zona media (3830 a 3930 msnm) coinciden con la descripción del ecosistema de Herbazal y Arbustal Montano Alto (Salgado et al. en MAE 2012) que se encuentra en páramos como el de Papallacta entre 3300 a 3900 msnm (Salgado et al. en MAE 2012). Con respecto a la zona alta, también se encontraron especies como *Loricaria antisanensis*, *Plantago rigida*, *Xenophyllum humile*, *Valeriana rigida*, representativas del ecosistema Arbustal Siempreverde Montano Alto Superior y Subnival De Páramo Del Superpáramo Inferior (Cuesta et al. 2012 en MAE 2012).

Se identificaron 89 especies en las parcelas y únicamente 10 se encontraron en los tres rangos altitudinales (*Gunnera magellanica*, *Cortaderia hapalotricha*, *Diplostephium hartwegii*, *Calamagrostis intermedia*, *Gynoxys acostae*, *Baccharis arbutifolia*, *Valeriana microphylla*, *Ribes andicola*, *Pernettya prostrata*, *Carex lemmaniana*), pero no en todos los tratamientos; por ejemplo, *Pernettya prostrata* y *Diplostephium hartwegii* sólo fueron registradas en parcelas de tratamiento arbustivo (Tabla 2).

En general para el páramo se definen 10 formas de vida típicamente, entre las cuales normalmente no se incluyen “árboles” (Ramsay y Oxley 1997). En este estudio se contabilizaron 11 formas de vida, según la descripción de Ramsay y Oxley (1997). En este estudio se incluyó la categoría árbol como forma de vida y se contabilizó por separado a las almohadillas y forma de alfombra. En las 36 parcelas establecidas no se identificó la forma de vida, rosetas gigantes (Tabla 4). En la zona alta de este estudio, rango altitudinal 3990 a 4090 msnm, se evidenció que es el lugar con más formas de vida, comparado con las otras dos zonas. Si se excluyera la forma de vida árbol, los tratamientos herbáceo y arbustivo en la zona alta tendrían el mismo número de formas de vida, un total de 10 (Tabla 4).

DISCUSIÓN

Esta investigación permite evidenciar que la composición florística de zonas dominadas por distinta cobertura, arbórea o herbácea, no varía en el páramo de Paluguillo, mientras que la altura a la cual se realizan estos muestreos sí afecta en el ensamblaje de especies vegetales a escalas locales. Además, los análisis aquí realizados permiten evidenciar que ciertos factores abióticos, por ejemplo la humedad relativa y la radiación solar, influenciarían en los distintos ensamblajes vegetales observados en la zona de mayor altura de esta investigación. Así mismo, factores relacionados a la temperatura tanto ambiental como del suelo, explicarían mejor la distinta composición observada en parcelas de menor altura que colindan con otros ecosistemas de alta montaña. Esto es congruente con otras investigaciones que concluyen que la presencia o ausencia de ciertas especies vegetales responde a variaciones dentro de distintos ambientes locales (Arzac et al. 2011).

Igualmente, puedo especular que si estas variables ambientales cambian temporalmente a escala local, a la cual fue realizada esta investigación, la composición vegetal también puede ser afectada (Bader et al. 2006, Urrutia y Vuille 2009, Hosftede 2011). Por ello se concluye que se necesitan realizar experimentos rigurosos en esta zona que permitan clarificar esta especulación y ayuden a entender cómo el cambio climático influenciará en la composición vegetal (y los servicios ecosistémicos relacionados) en el mediano y largo plazo.

Con respecto al número de especies en cada parcela, sólo en dos parcelas, ubicadas en la zona baja a una altura entre 3704 y 3709 msnm, se contabilizó una sola especie *Cortaderia nitida*. Esto podría responder a la alta incidencia solar (424,74 MJ/m²) y la temperatura ambiental (de 7,5^o C) registradas para las parcelas donde dominó esta planta.

Según Mena Vásconez y Medina (2001) *Cortaderia nitida* es más resistente que otras poáceas a la alta humedad, pero según los datos de humedad de suelo registrados en este estudio *Cortaderia nitida* no se encontraba en las parcelas con mayor humedad -entre 90 a 99%-. Se necesitan más análisis edáficos a escalas temporales largas, y con sensores más precisos que tomen datos de larga duración, que a su vez permitan dilucidar si las especies de la zona en estudio responden o no a los factores abióticos antes descritos de manera similar a lo registrado en otros páramos del país.

Del total de especies registradas, 89, 10 especies fueron cuantificadas en las 3 zonas definidas en esta investigación. Una de estas especies -*Diplostephium hartwegii*-, resalta ya que otras investigaciones realizadas en páramos en la provincia del Carchi (Bader et al. 2006) y en Mérida (Llambí et al. 2013), determinan que especies del género *Diplostephium* fueron las únicas en demostrar alta supervivencia en distintos hábitats y que podrían actuar como especies colonizadoras de varios ambientes (Bader et al. 2006, Llambí et al. 2013). Con respecto a especies que se encontraron exclusivamente en la zona alta, rango altitudinal de 3090 a 4090msnm, se constató que 4 de ellas son endémicas del Ecuador *Diplostephium ericoides*, *Loricaria antisanensis*, *Werneria pumila*, y *Valeriana aretioides* (León-Yáñez et al. 2011); las tres primeras pertenecen a la familia Asteraceae que es la más abundante en número de especies en el ecosistema páramo (Sklenár et al. 2005). Esto podría deberse a las adaptaciones que éstas plantas tienen por ejemplo a bajas temperaturas (Sklenár 1999, Sklenár et al. 2005) prevalentes en la zona alta de estudio.

Por otro lado, cuando se analizan otros factores que influirían en la distribución local de especies como la humedad del suelo por ejemplo, se pudo evidenciar que este factor fue significativamente diferente entre los tratamientos de distinta cobertura. En este sentido, se

puede analizar también que especies como *Polylepis incana*, *Polylepis sericea*, *Buddleja pichinchensis*, *Diplostephium hartwegii*, *Diplostephium ericoides*, *Pernettya prostrata*, y *Gynoxys acostae* no se encontraron en suelos con humedad mayor a 78,62%. Se observó claramente que en zonas pantanosas y cerca a riachuelos no se encontraban estas especies, lo que contribuye a definir las características ambientales que influyen para que ciertas plantas colonicen los principales ambientes del páramo en análisis.

Si bien el pH del suelo no fue distinto entre tratamientos en general, esta variable se registró en un rango de 5,5 a 7 que difiere de la literatura citada para otros páramos del país (Ramsay 1992, Luteyn 1992). Se sugiere incluir mediciones más precisas en las unidades de vegetación establecidas, dentro del estudio multitemporal del cual estas parcelas son parte, para detallar si estas variables ambientales difieren debido al diseño particular o en efecto a condiciones únicas del área de estudio.

La información compilada en este estudio es una línea base para próximos estudios, ya que las parcelas están georreferenciadas y establecidas para estudios a largo plazo. A pesar de que la zona de estudio abarcó tres “rangos” altitudinales dentro de un kilómetro, se identificaron varias especies representativas de tres tipos de páramo (MAE 2012). Por lo que se sugiere en próximos estudios realizar paralelamente otros diseños experimentales, por ejemplo transectos, que incluyan los tres rangos altitudinales aquí utilizados para poder realizar análisis fitosociológicos que responda a otras preguntas relacionadas a la variación de hábitats en la zona (Ramsay 1992). También podrían incluirse datos de precipitación, vientos, pendientes, tipos de suelo y radiación solar que a largo plazo deriven en registros precisos para realizar análisis correlacionales más detallados. Esto podría ayudar a FONAG a ejecutar nuevos estudios en el Área de Conservación Hídrica Paluguillo, así como

comparativos con sitios aledaños en los páramos de la Reserva Ecológica Antisana, Parque Nacional Cayambe Coca y Área de Protección de Humedales del Cerro Puntas, que también proveen de servicios ecosistémicos relevantes a las poblaciones del sector.

Esta investigación presenta patrones generales que buscan responder a los principales objetivos planteados al inicio de la misma. Un análisis paralelo, que derivará en una publicación científica arbitrada, se realiza para entender por ejemplo en detalle, cómo las interacciones entre la distinta altura, cobertura y la variación de los factores abióticos que ahí se registran, influyen en el ensamblaje de especies vegetales en este páramo. Ese producto proveerá asimismo, de mayores insumos para posteriores investigaciones e información de manejo de poblaciones vegetales frente al cambio climático esperado en la región.

REFERENCIAS

- Abreu, Zoraida; Llambí, Luis D.; Sarmiento, Lina. (2009) Sensitivity of Soil Restoration Indicators during Páramo Succession in the High Tropical Andes: Chronosequence and Permanent Plot Approaches. *Restoration Ecology*. Sep2009, Vol. 17 Issue 5, p619-627. 9p. 3
- Aguilar, Z., P. Hidalgo y C. Ulloa. 2009. Plantas Útiles de los Páramos de Zuleta, Ecuador. Proyecto de Manejo y Aprovechamiento Sustentable de Alpacas en los Páramos de Zuleta. PPA-EcoCiencia. Quito.
- Arzac, A., E. Chacón-Moreno, L. Llambí y R. Dulhoste. 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 2011. Sociedad Venezolana de Ecología.
- Bader, Maaïke Y., Isabel van Geloof, Max Rietkerk (2006). High solar radiation hinders tree regeneration above the alpine treeline in northern Ecuador. Published online: 27 September 2006. Springer Science Business Media B.V. 2006
- Beltrán, K., S. Salgado, F. Cuesta., S. León-Yáñez, K. Romoleroux, E. Ortiz, A. Cárdenas y A. Velástegui. 2009. Distribución Espacial, Sistemas Ecológicos y Caracterización Florística de los Páramos en el Ecuador. EcoCiencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA. Quito.
- Buytaert, W., R. Celleri, B. De Bièvre, R. Hofstede, F. Cisneros, G. Wyseure y J. Deckers. 2006. Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth Science Reviews* 79, 53-72.
- Díaz-Granados, M., J Navarrete, T. Suárez. 2005. Páramos: Hidrosistemas Sensibles. Facultad de ingeniería, Universidad de los Andes, Colombia.
- Frazer, G.W., C.D. Canham, and K.P. Lertzman. (1999). Gap Light Analyzer (GLA) Simon Fraser University.
- Fundación Antisana. 2005. Programa Parques en Peligro. Estudio de impacto ambiental proyecto de construcción del centro de investigación para la conservación en la Reserva Privada de Paluguillo.
- Fondo para la Protección del Agua- FONAG. 2016. Reunión con el Secretario Técnico, Bert De Bièvre, PhD, sobre la Reserva Privada Paluguillo.
- García J., E. Suárez y G. Zapata-Ríos (2016). An assessment of the populations of *Sylvilagus brasiliensis andinus* in Páramos with different vegetation structures in the northeastern Andes of Ecuador, *Neotropical Biodiversity*, 2:1, 72-80, DOI:10.1080/23766808.2016.1179846.

- Hofstede, R. & P. Mena (2000). Los Beneficios escondidos del páramo: Servicios ecológicos e impacto humano. Proyecto Páramo- Ecociencia. En II Conferencia Electrónica sobre Usos Sostenibles y Conservación del Ecosistema Páramo en los Andes: “Los Páramos como fuente de Agua, Mitos, Realidades, Retos y Acciones”. 2000.
- Hofstede, R. (2011). Los Servicios del Ecosistema Páramo: Una visión desde la Evaluación de Ecosistemas del Milenio. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).
- Hotelling H. (1936). Relations between two sets of variates. *Biometrika*, pages 321-377.
- Instituto Humboldt Colombia (2014) http://www.humboldt.org.co/diversidad_funcional
- Jørgensen, P. y S. León-Yáñez (1999). Catalogue of the Vascular Plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden, Herbario PUCE, Herbario Nacional y Dpto. Botánica Sistemática, U. de Aarhus. Missouri Botanical Garden Press, Saint Louis.
- Llambí L., J. Puentes-Aguilar y C. García-Núñez (2013). Spatial relations and population structure of a dominant tree along a treeline ecotone in the Tropical Andes: interactions at gradient and plantneighbourhood scales, *Plant Ecology & Diversity*, 6:3-4, 343-353, DOI: 10.1080/17550874.2013.810312
- León-Yáñez, S. (2000) La flora de los páramos ecuatorianos. Herbario QCA de la PUCE.
- León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa Ulloa y H. Navarrete (eds.) (2011). Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador, 2da edición. Publicaciones del Herbario de la PUCE, Quito.
- Luteyn, J.L. 1992 Páramos: Why study them? New Botanical Garden, Bronx, New York, U.S.A.
- Luteyn, J.L. 1999 “Páramos” *Memoirs of the New York Botanical Garden*
- Maldonado G., F. Cuesta, M. Bustamante, P. Muriel. 2014. Propuestas andinas- Diálogo andino entre la ciencia y la política. Proyecto CIMA. COSUDE- CONDESAN.
- MECN - INB. (2015). Plantas de los páramos del Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. Serie de Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales del Instituto Nacional de Biodiversidad. Publicación Patrimonio Natural del Ecuador Nro. 2. Quito-Ecuador.
- Mena Vásconez P. y G. Medina (2001) La Biodiversidad de Los Páramos en el Ecuador.
- Mena Vásconez P. y R. Hofstede. (2006). Los páramos ecuatorianos.
- Ministerio de Ambiente del Ecuador, 2012. Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.

- Missouri Botanical Garden (2015) <http://www.tropicos.org/Project/AndeanClimateChange/>
- Ministerio de Ambiente- MAE (2015) <http://www.ambiente.gob.ec/parque-nacional-cayambe-coca/>
- Osborne, P. (2000). Tropical Ecosystems and Ecological concepts. Cambridge University Press. UK.
- Pillajo, P. y M. (2011). Plantas de Papallacta. Imprenta Inkprima. Quito.
- Poiani K.y B. Ritcher. (1999). Paisajes Funcionales y Conservación de la Biodiversidad. The Nature Conservancy.
- Ramsay, PM. (1992). The Páramo Vegetation of Ecuador: the Community Ecology, Dynamics and Productivity of Tropical Grasslands in the Andes. School of Biological Sciences, University of Wales.
- Ramsay, PM. y E.RB. Oxley. (1997). The growth for composition of plant communities in the Ecuadorian páramos. *Plant Ecology* 131: 173-192.
- Ronquillo, J. (2010). Guía de plantas del páramo de Papallacta. Fundación Ecológica Rumicocha.
- Salgado, S; F. Cuesta, S. Báez, C. Josse. (2012). Páginas 57-59 en: Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012. Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito.
- Sarmiento, G. (1986). Ecological Features of Climate in High Tropical Mountains.
- Sklenář, P. y P. M. Jørgensen. (1999). Distribution Patterns of Páramo Plants in Ecuador. *Journal of Biogeography*, Vol. 26, No. 4, pp. 681-691.
- Sklenář, P. (1999). Nodding Capitula in Superpáramo Asteraceae: An Adaptation to Unpredictable Environment. *Biotrópica*, 31(3), 394-402. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2663934>
- Sklenář, P., J. L. Luteyn, C. Ulloa Ulloa, P. M. Jørgensen, M. Dillon (2005). Flora Genérica de los Páramos. Guía Ilustrada de las plantas vasculares. *Memoirs of the The New York Botanical Garden* 92.
- Sklenář, P., I. Hedberg, A. Cleef (2014). Island biogeography of tropical alpine floras. *Journal of Biogeography*, 02/2014, Volumen 41, Número 2.
- Sklenář, P. y P.M. Ramsay (2001). Diversity of Zonal Páramo Plant Communities in Ecuador. *Diversity and Distributions*, Vol. 7, No. 3, pp. 113-124.
- Suárez, E., A. Encalada y M. Álvarez. (2013). Flores comunes de los páramos de Papallacta, Paluguillo y Antisana.

- Suárez, E., Arcos, E., Moreno, C., Encalada, A. C., y Álvarez, M. (2013). Influencia de los tipos de vegetación y la cubierta de tierra en la capacidad de infiltración del agua en el suelo en un ecosistema de páramo de gran altitud. *Avances en Ciencias e Ingenierías*, 5(1).
- The Nature Conservancy- TNC. (2017). <http://www.mundotnc.org/nuestro-trabajo/donde-trabajamos/america/ecuador/index.htm>
- Ulloa Ulloa, C. y Peter M. Jørgensen. (1995). *Árboles y Arbustos de los Andes del Ecuador*. Ediciones Abya-Yala. Quito, Ecuador.
- Urrutia, R., and M. Vuille (2009), Climate change projections for the tropical Andes using a regional climate model: Temperature and precipitation simulations for the end of the 21st century, *J. Geophys. Res.*, 114, D02108, doi: 10.1029/2008JD011021.
- Vargas, O. (2016). The *Diplostephium* project. <http://oscarmvargas.com/publications/>
- Van der Hammen, T. y A.M. Cleef (1986). Development of the high Andean páramo flora and vegetation.
- Villarreal H., m. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, H. Mendoza, M. Ospina y A.M. Umaña (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Segunda edición. Bogotá, Colombia. 236 p.

FIGURAS

Figura 1. Mapa del Ecuador, ubicación de la ACH Paluguillo y zonas 1, 2 y 3

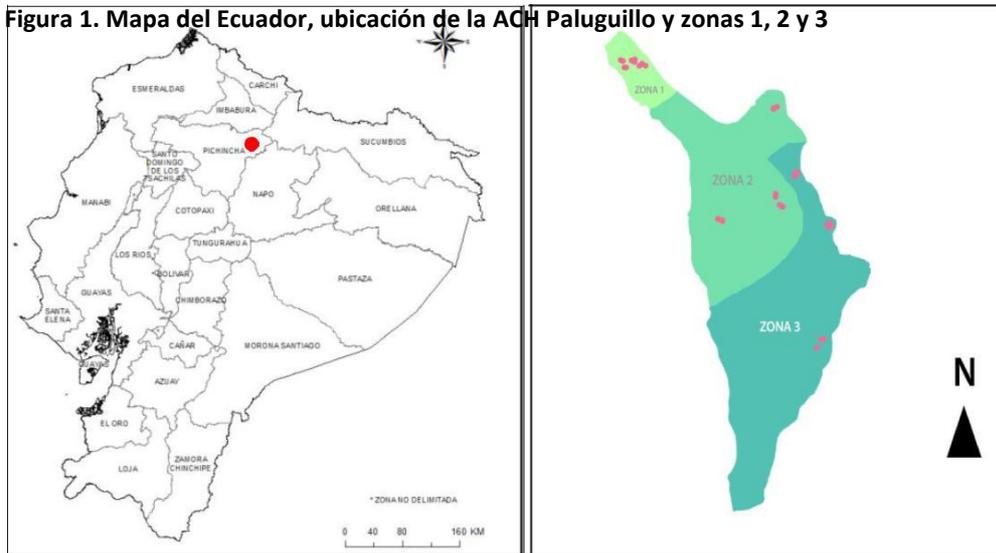


Figura 4. Voucher de especies (fotografías)

					
1. <i>Baccharis latifolia</i>	2. <i>Buddleja pichinchensis</i>	3. <i>Calamagrostis intermedia</i>	4. <i>Calceolaria lamiifolia</i>	5. <i>Cortaderia hapalotricha</i>	6. <i>Diplostephium harweigi</i>
					
7. <i>Geum peruvianum</i>	8. <i>Gynoxis acostae</i>	9. <i>Huperzia Crassa</i>	10. <i>Hypericum laricifolium</i>	11. <i>Lachemilla orbiculata</i>	12. <i>Loricaria antisanensis</i>
					
13. <i>Pernettya prostrata</i>	14. <i>Polylepis sericea</i>	15. <i>Ribes andicola</i>	16. <i>Senecio culcitioides</i>	17. <i>Uncinia tenuis</i>	18. <i>Valeriana pilosa</i>
					
19. <i>Dorobaea pimpinellifolia</i>	20. <i>Polylepis incana</i>	21. <i>Xenophyllum humile</i>	22. <i>Monnina crassifolia</i>	23. <i>Diplostephium rupestre</i>	24. <i>Diplostephium rhomboidale</i>
					
25. <i>Senecio culcitioides</i>	26. <i>Carex lemmaniana</i>	27. <i>Werneria nubigena</i>	28. <i>Puya hamata</i>	29. <i>Baccharis genistelloides</i>	30. <i>Senecio formosus</i>
					
31. <i>Escallonia myrtilloides</i>	32. <i>Oreomyrrhis andicola</i>	33. <i>Ribes andicola</i>	34. <i>Lasiocephalus patens</i>	35. <i>Solanum nitidum</i>	

TABLAS

Tabla 1. A. Valores de la media y su desviación estándar de los parámetros medidos en los dos tratamientos herbácea y arbustiva. Prueba t Student, es la prueba estadística, * indica resultados significativos en el nivel P <0. 001, NS indica resultados no significativos en el nivel P <0,05.

Factores abióticos	Tratamientos		t Student	
	n= 18	n=18	t	Significativa
Humedad ambiental	50,1±17,47	55,44±20,58	0,796	NS
Temperatura del suelo	8,4 ± 1,39	8,05 ± 1,30	0,22	NS
Temperatura ambiental (psycr)	11,97 ± 2,54	10,35 ± 2,95	0,0435	*
Humedad del suelo	78,62 ± 15,17	69,81 ± 13,51	0,0374	*

B. Valores de la media y su desviación estándar de los parámetros medidos en los dos tratamientos herbácea y arbustiva. Chi cuadrado (Wilcoxon), es la prueba estadística, * indica resultados significativos en el nivel P <0. 001, NS indica resultados no significativos en el nivel P <0,05.

Factores abióticos	Tratamientos		Chi 2	
	n= 18	n=18	z	Significativa
pH	6,44 ± 0,37	6, 63 ± 0,47	0,118	NS

Nota: no se presentan otras variables que no resultaron significativas en este estudio.

Tabla 2. Número de individuos de cada especie en tres diferentes rangos altitudinales.

Zonas	Baja (3660 - 3760) msnm	Media (3830 - 3930) msnm	Alta (3990 - 4090) msnm
<i>Acaena ovalifolia</i>	-	11	17
<i>Agrostis foliata</i>	2	-	-
<i>Baccharis arbutifolia</i>	7	1	2
<i>Baccharis genistelloides</i>	-	16	-
<i>Baccharis odorata</i>	-	4	7
<i>Berberis grandiflora</i>	-	1	-
<i>Brachyotum ledifolium</i>	1	-	-
<i>Buddleja pichinchensis</i>	10	3	-
<i>Calamagrostis intermedia</i>	12	38	63
<i>Calceolaria lamiifolia</i>	2	1	-
<i>Carex lemmaniana</i>	16	3	5
<i>Castilleja pumila</i>	-	-	4
<i>Chiquiraga jussieui</i>	-	-	1
<i>Clinopodium nubigenum</i>	-	1	1
<i>Cortaderia hapalotricha</i>	10	28	4
<i>Cortaderia nitida</i>	36	5	-
<i>Cortaderia sericantha</i>	-	-	14
<i>Diplostephium ericoides</i>	1	16	-
<i>Diplostephium hartwegii</i>	35	16	15
<i>Diplostephium rupestre</i>	-	3	1
<i>Disterigma empetrifolium</i>	-	3	-
<i>Dorobaea pimpinellifolia</i>	-	18	6
<i>Equisetum bogotense</i>	-	7	-
<i>Escallonia myrtilloides</i>	-	5	-
<i>Festuca andicola</i>	-	6	-
<i>Festuca rigidifolia</i>	-	3	-
<i>Galium hypocarpium</i>	-	6	-
<i>Gaultheria erecta</i>	-	5	-
<i>Gentianella rapunculoides</i>	-	2	-
<i>Geranium reptans</i>	14	12	-
<i>Geum peruvianum</i>	15	2	-
<i>Gnaphalium dombeyanum</i>	-	1	-
<i>Greigia vulcanica</i>	3	-	9
<i>Gunnera magellanica</i>	15	22	24
<i>Gynoxys acostae</i>	12	11	34
<i>Halenia weddelliana</i>	-	2	3
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	-	3	-
<i>Hieracium erianthum</i>	12	-	-
<i>Hieracium frigidum</i>	-	1	1
<i>Huperzia crassa</i>	13	7	11
<i>Hydrocotyle bonplandii</i>	-	-	10

<i>Hypericum laricifolium</i>	21	-	-
<i>Hypochaeris sessiliflora</i>	-	1	12
<i>Hypochaeris setosa</i>	-	-	3
<i>Isolepis cernua</i>	47	-	-
<i>Juncus effusus</i>	13	-	-
<i>Lasiocephalus ovatus</i>	-	-	12
<i>Lasiocephalus patens</i>	7	12	10
<i>Loricaria antisanensis</i>	-	-	13
<i>Loricaria thuyoides</i>	-	17	19
<i>Lupinus microphyllus</i>	1	6	-
<i>Miconia chionophila</i>	-	9	1
<i>Miconia latifolia</i>	1	3	-
<i>Monnina crassifolia</i>	13	12	-
<i>Monticalia vaccinoides</i>	-	-	5
<i>Muehlenbeckia tamnifolia</i>	-	2	-
<i>Niphogeton dissecta</i>	-	-	6
<i>Oreomyrrhis andicola</i>	-	1	10
<i>Oritrophium peruvianum</i>	-	-	13
<i>Ortachne erectifolia</i>	-	11	-
<i>Pentacalia peruviana</i>	-	1	8
<i>Perezia multiflora</i>	1	-	-
<i>Perezia pungens</i>	-	-	1
<i>Pernettya prostrata</i>	16	9	26
<i>Plantago australis</i>	10	-	-
<i>Plantago tubulosa</i>	-	-	33
<i>Polylepis incana</i>	9	-	2
<i>Polylepis sericea</i>	-	5	-
<i>Puya hamata</i>	-	1	-
<i>Ribes andicola</i>	24	20	1
<i>Rubus coriaceus</i>	-	17	31
<i>Senecio culcitoides</i>	-	5	-
<i>Senecio formosus</i>	14	-	4
<i>Solanum nitidum</i>	-	1	8
<i>Stellaria media</i>	1	-	-
<i>Stellaria recurvata</i>	-	6	-
<i>Uncinia tenuis</i>	3	-	-
<i>Urtica ballotifolia</i>	-	7	-
<i>Urtica flabellata</i>	-	10	-
<i>Vaccinium floribundum</i>	-	4	-
<i>Valeriana aretioides</i>	-	13	27
<i>Valeriana microphylla</i>	10	31	20
<i>Valeriana pilosa</i>	-	-	25
<i>Valeriana plantaginea</i>	-	-	36
<i>Valeriana rigida</i>	-	-	12
<i>Vicia andicola</i>	1	-	-

<i>Werneria nubigena</i>	-	2	1
<i>Werneria pumila</i>	-	-	19
<i>Xenophyllum humile</i>	-	-	10
Total Nro. Spp por Zonas	35 spp	58 spp	49 spp

*Endémicas según el libro rojo (León-Yáñez et al. 2014)

Tabla 3. Nro. Géneros y Nro. Especies registrados para cada familia.

Familia	Nro. Géneros	Nro. Especies
Asteraceae	18	29
Poaceae	5	8
Rosaceae	5	6
Ericaceae	4	4
Apiaceae	3	3
Cyperaceae	3	3
Bromeliaceae	2	1
Fabaceae	2	2
Gentianaceae	2	2
Melastomataceae	2	3
Scrophulariaceae	2	2
Valerianaceae	1	5
Urticaceae	1	2
Caryophyllaceae	1	2
Plantaginaceae	1	2
Juncaceae	1	1
Berberidaceae	1	1
Buddlejaceae	1	1
Equisetaceae	1	1
Escalloniaceae	1	1
Geraniaceae	1	1
Grossulariaceae	1	1
Haloragaceae	1	1
Hypericaceae	1	1
Lamiaceae	1	1
Lycopodiaceae	1	1
Polygalaceae	1	1
Polygonaceae	1	1
Rubiaceae	1	1
Solanaceae	1	1

Tabla 4. Formas de vida presentes en los tratamientos para los 3 rangos altitudinales.

Formas de Vida	Arbustiva			Herbácea		
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja
árbol	Si	Si	Si	-	-	-
arbusto	Si	Si	Si	Si	Si	Si
arbusto postrado	Si	Si	Si	Si	Si	-
hierba	Si	Si	Si	Si	Si	Si
hierba postrada	Si	Si	Si	Si	Si	Si
penacho	Si	Si	Si	Si	Si	Si
rastrera	Si	Si	Si	Si	Si	Si
roseta acaulescente	Si	Si	-	Si	Si	-
roseta basal	Si	Si	-	Si	-	-
almohadilla	Si	-	-	Si	-	-
alfombra	Si	Si	Si	Si	Si	Si

(-) no existente.