

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

Ecología del género *Puya* (Bromeliaceae) en páramos del Volcán Chiles, de la Reserva Ecológica “El Ángel” y la Reserva Biológica “La Bretaña”, Andes orientales y occidentales del norte, Carchi-Ecuador.

**Tesis previa a la obtención del título de Magister
en Biología de la Conservación.**

JUAN EDUARDO YÉPEZ C.

Quito, 2017

CERTIFICACIÓN

Certifico que la tesis de Maestría en Biología de la Conservación del candidato Juan Eduardo Yépez Cadena ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

A handwritten signature in black ink that reads "Paul Ramsay". The signature is written in a cursive style with a large, stylized 'P' and 'R'.

Paul Ramsay, Ph.D.

Director de Tesis.

Enero del 2017.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a las personas e instituciones científicas y estatales que hicieron posible el desarrollo de esta investigación. A las profesoras designadas como lectoras por parte de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Ph.D. Verónica Crespo y Ph.D. Katya Romoleroux. Al director de tesis de esta investigación Ph.D. Paul Ramsay. A la Universidad de Plymouth de Inglaterra, por la ayuda de sus estudiantes y su profesor en el desarrollo de la fase de campo, el análisis de los resultados de este proyecto de tesis y por permitirme acceder a los equipos para medir las variables abióticas. Al Ministerio de Medio Ambiente del Ecuador (MAE), por otorgarme el permiso de investigación y la guía de movilización de muestras. Al Instituto para la Capacitación y Conservación (ICCA), por guiarme en el diseño metodológico final y la interpretación de apropiada de resultados. A la Reserva Ecológica “El Ángel” y la Reserva Biológica “La Bretaña”, por permitirme acceder a los páramos investigados y brindarme la información y todas las facilidades posibles para solventar el desarrollo de la fase de campo. Al Herbario Nacional del Ecuador (QCNE), del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, como parte principal del Instituto de Biodiversidad del Ecuador y al Herbario (QCA) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por permitirme utilizar sus colecciones para identificar las muestras del presente proyecto de tesis.

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a mis padres, Héctor Eduardo Yépez Baez y Dolores Noemí Cadena Moreno, mi familia, sobrinos y amigos cercanos que con su apoyo oportuno e incondicional hicieron posible la culminación de mis estudios en Biología de Conservación (MBC) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE). Institución educativa superior de reconocida labor en el desarrollo humano y científico del Ecuador. Dedicada al impulso del saber, en pro del bienestar de las nuevas generaciones, que con la guía adecuada se vincularán cada vez más a la conservación de los recursos ecosistémicos como fuente esencial de vida y también diligente al tratar de mantener la belleza escénica natural de todo nuestro país.

TABLA DE CONTENIDOS

1. RESUMEN.....	10
2. ABSTRACT.....	11
3. INTRODUCCIÓN	12
4. METODOLOGÍA.....	18
5. RESULTADOS.....	22
6. DISCUSIÓN.....	28
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	31
8. LITERATURA CITADA.....	33
9. FIGURAS.....	39
10. TABLAS.....	46
11. ANEXOS.....	52

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. - Mapa altitudinal del área de estudio.....	39
Figura 2. - Mapa isotérmico del área de estudio.....	40
Figura 3. -Pulso de reclutamiento del género <i>Puya</i> por transecto y localidad.....	41
Figura 4. -Variación de la media de cobertura vegetal con percentiles.....	41
Figura 5. - Media ajustada de la Cobertura Vegetal de los 55 transectos.....	42
Figura 6. - Relación entre mediana de cobertura vegetal y mediana de intensidad de luz.	42
Figura 7. - Boxplot categorizado de la correlación de Pearson entre mediana de cobertura vegetal y mediana de intensidad de luz.....	43
Figura 8. - Cobertura vegetal y presencia del género <i>Puya</i>	43
Figura 9. - Variación de la temperatura del suelo por hora registrada entre los pajonales de los páramos de la cordillera occidental y oriental de los Andes norte de Ecuador.....	44
Figura 10. - Relación del último fuego registrado y la cobertura vegetal de los transectos de la Reserva biológica “La Bretaña” y la Reserva Ecológica “El Ángel”	44
Figura 11. - Relación de intensidad de fuego y mediana de cobertura vegetal de los transectos 1-5 de la Reserva Ecológica “El Ángel”	45

LISTAS DE TABLAS

Tabla 1. - Resultados generales de la presencia del género <i>Puya</i> en los páramos norte de la cordillera de los Andes.	46
Tabla 2. –Pulso de Reclutamiento de <i>Puya hamata</i> y <i>Puya longispina</i>	48
Tabla 3. – Mediana de la cobertura vegetal y gradiente altitudinal.....	49
Tabla 4. – Mediana de la cobertura vegetal y mediana de intensidad de luz.....	51
Tabla 5. –Presencia de rosetas pequeñas de <i>Puya hamata</i> y <i>Puya longispina</i> en relación al tiempo del último fuego.....	51

LISTAS DE ANEXOS

Anexo 1. - Referencias de la ubicación geográfica de los transectos del presente estudio.....	52
Anexo 2. - Páramos del Volcán Chiles.....	56
Anexo 3. - Páramos de la Reserva Ecológica “El Ángel”	57
Anexo 4. - Páramos de la Reserva Biológica “La Bretaña”	58
Anexo 5. – Referencia fotográfica y descripción de <i>Puya clava-herculis</i>	59
Anexo 6. – Referencia fotográfica y descripción de <i>Puya hamata</i>	60
Anexo 7. – Referencia fotográfica y descripción de <i>Puya longispina</i>	61
Anexo 8. - Género <i>Puya</i> en las categorías de vulnerabilidad descritas por UICN.....	62
Anexo 9. - Diagramas de la parte baja del gradiente altitudinal del Volcán Chiles, “El Ángel” y “La Bretaña”.....	63
Anexo 10. - Diagramas de la parte media del gradiente altitudinal del Volcán Chiles, “El Ángel” y “La Bretaña”.....	64
Anexo 11. - Diagramas de la parte alta del gradiente altitudinal del Volcán Chiles, “El Ángel” y “La Bretaña”.....	65
Anexo 12. - Autorización de investigación del Ministerio del Ambiente de Ecuador.....	66
Anexo 13. - Guía de Movilización del Ministerio del Ambiente de Ecuador.	67
Anexo 14. - Certificado de ingreso de muestras botánicas al Herbario Nacional del Ecuador (QCNE).....	68
Anexo 15. - Levantamiento de información de campo.....	69
Anexo 16. - Levantamiento de información isotérmica.....	69
Anexo 17. - Equipos de trabajo en el levantamiento de información de campo.....	70

1. RESUMEN

El género *Puya* habita ecosistemas altoandinos y presenta una amplia distribución en los páramos. Este género es un valioso recurso para insectos, anfibios, aves y grandes mamíferos en Ecuador. El objetivo es analizar la distribución altitudinal de *Puya* en relación a la variación de factores bióticos y abióticos de los páramos del Volcán Chiles, la Reserva Ecológica “El Ángel” y la Reserva Biológica “La Bretaña”. Identificamos 1104 individuos, distribuidos en tres especies, dos de *Puya clava-herculis*, 635 de *Puya hamata* y 467 de *Puya longispina*. Se determinó a *Puya hamata* presente entre 3500 y 3800 msnm en los tres páramos estudiados. *Puya clava-herculis* entre 3700 y 3800 msnm únicamente en páramos de la Reserva Ecológica “El Ángel”. *Puya longispina* especialista en la parte alta del páramo entre 3700 y 4200 msnm en las tres localidades. La altura de la vegetación varía de acuerdo a la altura de los gradientes altitudinales en el Volcán Chiles y “La Bretaña”, en “El Ángel” el modelo no reconoce ningún patrón probablemente por irregularidad en el gradiente de estrés altitudinal. Comprobamos que a mayor cobertura vegetal menor intensidad de luz y por ende menor presencia de *Puya*. El pulso de reclutamiento del género se estableció entre 0 y 0,50 m, tomando en cuenta los diámetros totales de los individuos de *Puya* estudiados. Se sugiere que el tiempo transcurrido del último incendio y la intensidad del fuego son factores determinantes en la presencia de las especies del género *Puya*. La temperatura promedio del suelo de los pajonales en la cordillera occidental es de 9,2 °C, en la cordillera oriental es ligeramente más elevada con 10,6°C. Esta relación puede ser determinante en una mayor presencia de *Puya* en los páramos norte del Ecuador.

Palabras clave: Andes, factores bióticos, factores abióticos, *Puya*, gradiente altitudinal, páramo.

2. ABSTRACT

The genus *Puya* inhabits high Andean ecosystems and presents a wide distribution in the páramos. The objective was analyzing the altitudinal distribution of *Puya* in relation with the variation of biotic and abiotic factors of the Volcano Chiles, "El Ángel" Ecological Reserve and "La Bretaña" Biological Reserve. In these páramos 1104 individuals were identified in three species, two of *Puya clava-herculis*, 635 of *Puya hamata* and 467 of *Puya longispina*. *Puya hamata* was present in páramos between 3500 and 3800 m within the three localities. *Puya clava-herculis* was present between 3700 and 3800 m in páramos of the "El Ángel" Ecological Reserve. *Puya longispina* was present in páramos between 3700 and 4200 m in the three localities studied. The height of the vegetation varies according to the height of the altitudinal gradients in the Chiles Volcano and "La Bretaña", in "El Ángel" the model doesn't recognize any pattern probably for the irregularity in the altitude stress gradient. It was verified, when the vegetation height increase, less intensity of light and less presence of *Puya*. The recruitment pulse of the genus was established between 0 and 0.50 m about the total diameters of *Puya* individuals studied. It is suggested that the elapsed time of the last fire and fire intensity are determining factors in the presence of *Puya* species. The average soil temperature of the grasslands in the western mountain range is 9.2 ° C, in the eastern mountain range it is slightly higher with 10.6 ° C. This relationship may be decisive in a greater presence of *Puya* in the northern páramos of Ecuador.

Key words: Andes, biotic factors, abiotic factors, *Puya*, altitudinal gradient, páramo.

3. INTRODUCCIÓN

Los páramos son ecosistemas altoandinos de singular complejidad que se establecen desde la Sierra Nevada de Santa Marta en Colombia y la Cordillera de Mérida en Venezuela, hasta la depresión de Huancabamba en el Perú (aproximadamente entre los 11° de latitud Norte y los 8° de latitud Sur). Aquí se desarrollan principalmente herbáceas y rosetas caulescentes. Estos hábitats son un componente fundamental dentro de la biodiversidad de los Andes en Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú (Balslev & Luteyn, 1992; Luteyn, 1999; Hofstede et al. 2003 y Mena & Hofstede, 2006).

Los ecosistemas incluidos dentro del páramo se distribuyen en un callejón parcialmente continuo sobre la línea de bosque de las cordilleras orientales y occidentales de los Andes. Se establecen sobre los 3700 msnm y 3400 msnm respectivamente (Hofstede, 1999). Se ubican en los pisos montano alto superior, subnival y excepcionalmente en el piso montano alto y se denominan actualmente como rosetal caulescente o herbazales de páramo de frailejones (Acosta-Solís, 1937; 1984, Smith & Cleef, 1988; Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

En Ecuador el páramo cubre alrededor de 1'250.000 ha, es decir aproximadamente un 6% del territorio nacional (Medina & Mena, 2001). En estos ecosistemas la saturación de agua producto de la textura gruesa y muy densa del suelo, resulta en una zona totalmente impermeable y mal drenada que influye directamente en la vegetación, originando áreas de agua corriente o turberas y áreas inundadas con agua estancada conocidas como pantanos (Rangel, 2000).

Los páramos del Volcán Chiles, la Reserva Ecológica “El Ángel” y la Reserva Biológica “La Breña” poseen una asombrosa biodiversidad y un marcado endemismo. Estas localidades

son parte de uno de los puntos calientes de la tierra, denominado, hot spot de los Andes tropicales (Myers, 1988). Aquí se originan extensos páramos de frailejones, formando una eco-región neotropical de altura en la parte norte del país (Hofstede et al. 2014).

Es necesario entender las condiciones bióticas y abióticas de los páramos ecuatorianos e incluir en los análisis situaciones ecológicas emergentes como el fuego, que definitivamente modifica el sistema ecológico y adapta las plantas vasculares a nuevas condiciones de desarrollo. En este contexto se debe mencionar que los ecosistemas de páramo se queman periódicamente (Hofstede, 2001; Horn & Kappelle, 2009). El fuego se produce por acción antrópica, pero también existen quemadas naturales (Keating, 2007; Horn & Kappelle, 2009; White, 2013). Existe evidencia de que existieron fuegos a gran escala en ecosistemas de altura desde antes del inicio del Holoceno del periodo cuaternario, período en el que la flora y fauna actual empezó a desarrollarse (Di Pasquale et al. 2008). Sin embargo, las sociedades humanas cambiaron los regímenes naturales de las quemadas y el papel ecológico del fuego en los ecosistemas de páramo (Buytaert et al. 2006; Rodríguez & Behling, 2011; Villota & Behling, 2014). Las poblaciones locales en Ecuador queman el páramo para producir rebrotes naturales de plantas vasculares como el caso de las Gramíneas (Poaceae), que son consumidas por el ganado apostado en los límites naturales de las estribaciones de la cordillera de los Andes y naturalmente así expandir la frontera agrícola local y el uso de la tierra (Hofstede, 2001; Premauer & Cárdenas, 2004; Cleef, 2008; Vargas, 2011).

Para Ecuador dentro de la familia Bromeliaceae se registran 490 especies en 17 géneros, de las cuales 172 presentan endemismo (Manzanares, 2005; León-Yáñez et al. 2011). En la familia Bromeliaceae se estima que un 68% de las especies descritas para el país, están bajo alguna categoría de amenaza, 13 de ellas en peligro crítico según la UICN.

Puya es un género exclusivamente neotropical que se distribuyen desde Costa Rica hasta Chile y Argentina. Se registran aproximadamente 200 especies dentro de este género desde América central hasta América del sur (Sklenář et al. 2005).

Las especies de *Puya* de los ecosistemas de páramo sobreviven a las quemaduras naturales y han desarrollado estrategias de supervivencia a estas condiciones ambientales adversas (Laegaard, 1992; Ramsay & Oxley, 1996). *Puya* germina después de incidentes de fuego. Al igual que especies como *Espeletia* y *Calamagrostis* que sobreviven a quemaduras, ya que su yema apical está bien protegida por estructuras secundarias de su lámina foliar. El fuego en ocasiones beneficia la propagación de especies como *Puya* que requieren más luz para el establecimiento y reclutamiento de sus plántulas (Bedoya, 2014). Después de los incidentes de fuego se genera un modelo ecológico de sucesión y regeneración en el páramo en base a estrategias reproductivas de conservación de las especies y la interacción específica entre los componentes del sistema natural y los factores climáticos presentes en el área (Vargas, 1997; Vargas, 2000; Ramsay, 2001; Bedoya, 2014). Sin embargo, poblaciones pequeñas del género *Puya* pueden llegar a verse amenazadas por la intensidad y la frecuencia de las quemaduras producidas en los páramos en las que estas se desarrollan, ya que no existiría la posibilidad de una recolonización adecuada (León-Yáñez et al. 2011).

En el norte de Ecuador el género *Puya* se encuentra ampliamente distribuida en los valles del callejón interandino, remanentes de bosque alto andino, pantanos, humedales y los ecosistemas de páramo, entre los 500 y los 4200 msnm, (Jørgensen et al. 1999; León-Yáñez et al. 2011). *Puya* responde a las quemaduras con pulsos de reclutamiento de plantas durante periodos de vegetación abierta después de las quemaduras y muy bajo reclutamiento en otras ocasiones. Por lo tanto, el seguimiento de *Puya* puede revelar eventos de quemaduras pasadas dentro de su estructura poblacional (García-Meneses & Ramsay, 2014).

Todas las especies del género *Puya* del Ecuador pertenecen al subgénero *Puyopsis*, aquí se registran 34 especies, una variedad y dos híbridos naturales. De las cuales 27 son endémicas para todo el país y cinco especies se registran dentro de los límites de la provincia del Carchi (Manzanares, 2005). Sin embargo, *Puya aequatorialis* está registrada en los ecosistemas de los valles interandinos, y *Puya angelensis* presenta un rango altitudinal de distribución por debajo de los páramos, en remanentes de bosque alto andino (Missouri Botanical Garden, 2002).

La presente investigación busca entender mediante el uso de modelos y análisis descriptivos de patrones ecológicos cómo interactúan: *Puya hamata*, *Puya clava-herculis* y *Puya longispina*, analizando cómo se desarrollan estas especies de acuerdo a las condiciones bióticas y abióticas de los páramos del Volcán Chiles, la Reserva Ecológica “El Ángel” y la Reserva Biológica “La Bretaña” en los Andes de la provincia del Carchi al norte de Ecuador.

3.1-OBJETIVO GENERAL DEL ESTUDIO

Determinar la distribución altitudinal, las preferencias bióticas y abióticas de las especies del género *Puya* registradas en los páramos de Ecuador.

3.2-OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL ESTUDIO

Determinar la distribución altitudinal de *Puya clava-herculis*, *Puya hamata* y *Puya longispina* en los páramos del Volcán Chiles, de la Reserva Ecológica El Ángel y la Reserva Biológica “La Bretaña”, Andes nor-orientales y occidentales de la provincia del Carchi, Ecuador.

Determinar el pulso de reclutamiento del género *Puya*, mediante la frecuencia de individuos juveniles de las especies presentes en los páramos del Volcán Chiles, la Reserva Ecológica El Ángel y el Cerro Mirador de la Reserva Biológica “La Bretaña”.

Relacionar la distribución y frecuencia de individuos del género *Puya*, con la cobertura vegetal y variables ambientales como exposición lumínica, temperatura del suelo y tiempo e intensidad del fuego en los páramos en el Volcán Chiles, la Reserva Ecológica “El Ángel” y la Reserva Biológica “La Bretaña”.

3.4.-HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Existe una variación representativa en la distribución altitudinal de las especies del género *Puya* en relación a las variables bióticas y abióticas de los páramos del Volcán Chiles, de la Reserva Ecológica “El Ángel” y la Reserva Biológica “La Bretaña”, Andes nor-orientales y occidentales de la provincia del Carchi, Ecuador.

3.5.-JUSTIFICACIÓN

El volumen de investigación acerca de las plantas vasculares y su función en los páramos ha aumentado y se ha diversificado considerablemente durante las últimas dos décadas, principalmente en base a la importancia de este ecosistema como fuente y reserva de agua (Hofstede et al. 2014). Es fundamental conocer los patrones de distribución altitudinal de *Puya* en los flancos occidentales y orientales de la cordillera de los Andes, para entender cómo interactúan estos individuos entre ellos y en relación a los ecosistemas de altura donde estas especies se desarrollan. Con esta información se podrán establecer estrategias de conservación, tomando en cuenta que *Puya longispina* y *Puya clava-herculis* están declaradas como especies vulnerables por la IUCN. Además, todo el género *Puya* posee una gran importancia como fuente de alimento y refugio para la fauna descrita en los páramos.

El potencial para el desarrollo de la investigación biológica en los páramos radica en su composición biótica, el poco conocimiento del área y condiciones climáticas muy variables. Estos ecosistemas son sitios potenciales para reportar especies nuevas en todos los grupos taxonómicos. Además, permiten entender interacciones ecológicas entre los componentes de estos sistemas naturales. La información registrada servirá de base para generar múltiples preguntas de investigación e hipótesis taxonómicas, adaptativas, de divergencia fenotípica y de gestión de recursos renovables para las especies de altura del género *Puya*. También podrían permitir establecer áreas sensibles con alta prioridad de conservación en el norte de Ecuador (Hofstede et al. 2014).

4. METODOLOGÍA

4.1-ÁREA DE ESTUDIO.

El área de estudio de la presente investigación comprende los páramos de los Andes nor-orientales y occidentales de Ecuador. Establecimos tres puntos de muestreo, el primero en los ecosistemas de páramo del Volcán Chiles de la parroquia Tufiño, el segundo en páramos de la Reserva Ecológica “El Ángel” en las parroquias La Libertad y El Ángel, y el tercero en la parte alta del Cerro Mirador de la Reserva Biológica “La Bretaña” en la parroquia Mariscal Sucre, los tres puntos están dentro de la provincia del Carchi (Figura 1).

4.2- MUESTREO DE CAMPO.

Para que el diseño experimental sea estandarizado se analizaron las reglas básicas de la experimentación, repetición, aleatorización y control local de la muestra (Sánchez-Otero, 2013). En las tres localidades se establecieron tres transectos de 50 x 2 m, paralelos por cada 100 metros de ascenso, a partir de los 3500 msnm, altura a la cual inicia el páramo. El número de transectos o unidades experimentales dependió de la altura del gradiente y los efectos puntuales que se estén analizando en cada una de las tres localidades. En cada unidad de muestreo contabilizamos todos los individuos que tenían por lo menos el 50% del diámetro de su roseta basal dentro de área de banda del transecto. Anotamos la distancia a través del transecto, la distancia del individuo a la línea central, registramos si estaba ubicado a la izquierda o (-) y a la derecha o (+). Además del diámetro total de la roseta basal de cada uno de los individuos del género *Puya* registrados.

En total se analizaron 55 transectos, en cada uno medimos metro a metro la cobertura vegetal, usando una barra de medida en centímetros y un disco central que estandarizó la toma de muestras. Esta toma de datos se basó en el método “drop disc” con un disco de 23 cm de diámetro

y 180 g de peso aproximadamente. Se establecieron 100 sub cuadrantes, 50 a cada lado de cada transecto para evaluar la cobertura vegetal respecto a la frecuencia de *Puya*. El método consiste en dejar caer el disco y medir la cobertura vegetal sobre la superficie del suelo de cada uno de los sub cuadrantes. Así se realizó una estimación de la mediana de la cobertura vegetal por cada unidad de muestreo dentro de los transectos del presente estudio (Stewart, Bourn y Thomas, 2001).

Para tener una visión adecuada de la presencia y distribución de *Puya* dentro de las tres localidades, se diseñaron diagramas en los que se muestra a escala la disposición de las especies dentro de los transectos. Se representaron transectos de la parte baja, media y alta del gradiente de estrés altitudinal de cada uno de los tres puntos de muestreo.

Los individuos que se tomaron en cuenta fueron los presentes dentro de los transectos de 50 x 2 m en los tres puntos de muestreo, con esto se determinó la taxonomía adecuada para cada una de las muestras obtenidas. Así también pudimos determinar el pulso de reclutamiento del género *Puya* en base a cada uno de los diámetros de las rosetas analizadas. Se generaron cinco rangos de diámetros entre 0 y 2,51 m. Cada rango vario entre 0,50 m y se agruparon las especies de acuerdo a esta medida.

Establecimos variables ambientales continuas o variables abióticas a lo ancho y alto del gradiente de estrés altitudinal, dentro de las tres localidades del presente análisis ecológico.

En base a la información documental de la relación entre el efecto de las interacciones vegetales y el grado de estrés abiótico que se describe mediante la hipótesis del gradiente de estrés altitudinal (Maestre, 2010). Diseñamos un plan de toma de datos específico en cada una de las tres localidades, sin que afecte la estandarización requerida en este proceso. Los análisis específicos que se hicieron paralelo a la toma de datos general de los transectos, dependen de la disponibilidad de la información, la disponibilidad temporal de los equipos

para medir las variables abióticas, el tiempo de desarrollo de la investigación y los recursos de manera general.

Tomamos datos de la exposición a la luz en los sub cuadrantes de cada uno de los transectos establecidos para este análisis específico, con esto se obtuvo medianas de intensidad de luz y percentiles al 25 % y 75% de los datos. Se midió la cantidad de radiación fotosintéticamente activa (PAR, por sus siglas en inglés). Se utilizó el equipo Canopy Analysis System (Delta-T, Cambridge-Inglaterra) con 64 fotodiodos y una sonda conectada a un sensor de medida.

Para medir la temperatura del suelo en los páramos, se instalaron 2 data loggers por cordillera a la misma altura y por debajo del suelo a 15 cm, para estandarizar las condiciones enterramos el equipo entre los pajonales del páramo y así asemejar las condiciones térmicas de cobertura vegetal donde *Puya* se desarrolla. Se evaluó la variación de temperatura por hora del día dentro de las dos cordilleras a 3650 msnm aproximadamente. Este análisis isotérmico evaluó la variación en la temperatura del suelo de los páramos. Los data loggers se programaron para registrar información térmica cada 20 minutos durante un mes aproximadamente en abril del 2015 y se obtuvo 2057 registros térmicos en promedio del suelo de los pajonales de páramo en los Andes norte de Ecuador.

Obtuvimos información del tiempo transcurrido después de la última quema en registros del cuerpo de bomberos del cantón San Pedro de Huaca, donde constan los incidentes de fuego registrados desde octubre del 2012 en los páramos de Reserva Biológica “La Bretaña”. En el caso de la Reserva Ecológica “El Ángel” se obtuvo la información del tiempo transcurrido de los incidentes de fuego, de informes técnicos de los guardaparques de la reserva, acerca del control de las quemas en los páramos. Además, en “El Ángel” se obtuvo la valoración cualitativa del incremento en la intensidad de fuego en cuatro puntos de un incendio a gran escala y un punto control sin evidencia de quema alguna. Se muestrearon estos cinco

transectos bajo las condiciones anteriormente descritas tanto para la cobertura vegetal como para la frecuencia de las especies del género *Puya*, simplemente adicionamos un análisis específico de intensidad de fuego.

4.4-FASE DE LABORATORIO

Se identificaron muestras comparando especímenes de herbario con individuos fértiles e infértiles colectados en las tres zonas de estudio. Las muestras se ingresaron al Herbario Nacional del Ecuador (QCNE). Para tener completa veracidad en cuanto a la determinación de las especies dentro del presente estudio se contó con la colaboración de especialistas en la familia Bromeliaceae.

4.5-ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.

En las tres localidades se comprobó la normalidad de los datos mediante el análisis del test de Kolmogorov-Smirnov. Para entender la relación entre la cobertura vegetal y la altitud del gradiente realizamos modelos de regresión lineal mediante la función (Lm) en el programa estadístico R versión 3.1.3. Realizamos un análisis para entender la relación entre la cobertura vegetal y la luz dentro de los transectos. Para esto también establecimos modelos de regresión lineal mediante la función (Lm) en el programa estadístico R versión 3.1.3, a más del uso del coeficiente de Pearson para datos normales. Este análisis se realizó en 19 transectos, 16 en la Reserva Ecológica “El Ángel” y tres en la Reserva Biológica “La Bretaña”. Debido a la disponibilidad del equipo para medir la bioluminiscencia dentro de las unidades de muestreo. Este coeficiente trabaja únicamente con distribución normal por lo que fue apropiado para ver cómo se relacionan las variables dependientes como el caso de las medianas de la cobertura vegetal y las variables independientes como el caso de las medianas de luz en el presente modelo.

5. RESULTADOS

5.1 PRESENCIA DEL GÉNERO *PUYA* EN PÁRAMOS DE LOS ANDES NORTE DE LA PROVINCIA DEL CARCHI, ECUADOR

En los 55 transectos identificamos 1104 individuos del género *Puya*, distribuidos en tres especies. De ellos dos pertenecen a *Puya clava-herculis* que representa el 0,18%, 635 a *Puya hamata* que representa el 57,51% y 467 a *Puya longispina* que representa el 42,3% de todos los individuos registrados (Tabla 1, figura 1, figura2).

En el Volcán Chiles se muestrearon en total 413 individuos del género *Puya* distribuidos en dos especies: *Puya hamata* con 192 individuos que representa el 46,48% y *Puya longispina* con 221 individuos que representa el 53,5% (Tabla 1). Destacó el transecto 8 ubicado a 3700 msnm, donde se registraron 45 individuos del género *Puya*, de los cuales 38 pertenecen a *Puya hamata* y siete a *Puya longispina* (Figura 1).

En “El Ángel” se muestrearon en total 274 individuos del género *Puya* distribuidos en tres especies: *Puya clava-herculis* con dos individuos que representa el 0,72%, *Puya hamata* con 270 individuos que representa el 98,54% y *Puya longispina* dos individuos que representa también el 0,72% (Tabla 1). Destacó el transecto 2 ubicado a 3650 msnm. En este punto se determinaron 72 individuos del género *Puya*, todos pertenecientes a *Puya hamata* (Figura 1).

En “La Bretaña” se muestrearon en total 417 individuos del género *Puya* distribuidos en dos especies: *Puya hamata* con 173 individuos que representa el 41,48% y *Puya longispina* con 244 individuos que representa el 58,51% (Tabla 1). Destacó el transecto 1 ubicado a 3600 msnm. En este punto se determinaron 107 individuos del género *Puya*, todos pertenecientes a *Puya hamata* (Figura 1).

5.2 DIAGRAMAS DE LOS TRANSECTOS DE LA PARTE ALTA, MEDIA Y BAJA DE LAS TRES LOCALIDADES DEL PRESENTE ESTUDIO

En el transecto 1 de la parte baja del gradiente altitudinal del Volcán Chiles, “El Ángel” y “La Bretaña” se representaron 18, 21 y 107 individuos respectivamente, únicamente de *Puya hamata*. El patrón sugiere claramente que en la parte baja de los páramos *Puya hamata* es especialista y presenta una amplia distribución y frecuencia con rosetas de gran tamaño (Anexo 9).

En la parte media del gradiente o zona transición de especies del género *Puya* del Volcán Chiles, “El Ángel” y “La Bretaña” se representaron 37, nueve y 14 individuos respectivamente, de *Puya hamata*, *Puya clava-herculis* y *Puya longispina*. El patrón sugiere que la parte media del gradiente altitudinal de las tres localidades es donde todas las especies del presente estudio se adaptaron a coexistir, compartiendo su nicho ecológico, con rosetas de tamaños variables de acuerdo a cada una de las especies (Anexo 10).

En la parte alta del gradiente altitudinal del Volcán Chiles, “El Ángel” y “La Bretaña” se representaron siete, dos y cinco individuos respectivamente, únicamente de *Puya longispina*. Aquí el patrón sugiere que en la parte alta de los páramos *Puya longispina* es especialista y presenta una amplia distribución y frecuencia con rosetas pequeñas (Anexo 11).

5.3 PULSO DE RECLUTAMIENTO DEL GÉNERO PUYA

Se determinó la tendencia del pulso de reclutamiento de *Puya hamata* y *Puya longispina*. No pudimos determinar el pulso de reclutamiento de *Puya clava-herculis* debido a que solo registramos dos individuos en todo el estudio (Figura 3).

El pulso de reclutamiento se estableció en el primer rango de medida, que se encuentra entre 0 y 0,50 m del diámetro total de los individuos analizados. Esto sugiere que dentro de este

rango se encuentran los diámetros de las rosetas basales de los individuos juveniles de *Puya hamata* y *Puya longispina*. Observamos que la mayor presencia de *Puya* en relación al pulso de reclutamiento fue en la parte baja de la localidad “La Bretaña” (Tabla 2).

5.4 COBERTURA VEGETAL

Se demostró la hipótesis H₀ de normalidad en la distribución de los datos de cobertura vegetal con el test de Kolmogorov-Smirnov: D = 0.2606, P= 0.1733; D = 0.1756, P = 0.7069 y D = 0.1637, P = 0.816, para el Volcán Chiles, la Reserva Ecológica “El Ángel” y la Reserva Biológica “La Bretaña” respectivamente.

Para evitar el ruido en los datos ajustamos la cobertura vegetal con una desviación estándar de 0,13. Además, se obtuvieron los percentiles al 25% y 75% de los datos para poder establecer los rangos de variación de la cobertura vegetal por transecto. De los 55 transectos analizados, las medianas más elevadas pertenecen a los transectos A02 con 0,77 m y A11 con 0,68 m, de “El Ángel”. Esto nos permite interpretar una media total de 0,25 m y cuartiles inferiores con valores negativos y cuartiles superiores positivos dentro del boxplot de resultados (Figura 4, figura 5).

5.5 REGRESIÓN LINEAL ENTRE COBERTURA VEGETAL Y GRADIENTE DE ESTRÉS ALTITUDINAL

El análisis de regresión lineal entre la cobertura vegetal y el gradiente altitudinal mostró que en Volcán Chiles la cobertura vegetal disminuye significativamente a medida que aumenta la altitud del gradiente (Coef. = 0.218333, P= 0.01348***). Obtuvimos resultados similares, para la Reserva Biológica “La Bretaña” (Coef. =0.22000, P= 0.00969***). En el caso de la

Reserva Ecológica “El Ángel”, la relación entre la altitud del gradiente y la cobertura vegetal no fue significativa (Tabla 3).

5.6 REGRESIÓN LINEAL ENTRE MEDIANA DE COBERTURA VEGETAL Y MEDIANA DE INTENSIDAD DE LUZ

Este modelo lineal indica que la mediana de la intensidad de luz es un factor significativo para la mediana de la cobertura vegetal. Tanto el coeficiente del factor como como el valor de p son significativos (Coef. =-0.619, $P=0.0139$) (Tabla 4, figura 6). Sin embargo, el R cuadrado ajustado no es muy alto: 0.3356, por lo tanto, la ecuación no tiene un valor predictivo muy elevado.

Categorizamos las medianas de cobertura vegetal respecto al grado de exposición lumínica, **A:** con 0,00-0,50 m, **B:** 0,51-1,00 m, **C:** 1,01-1,50 m y **D:** 1,51-2,00 m (Figura 7, figura 8). Además, encontramos una correlación negativa del 61.9 % entre las variables analizadas.

5.7 TEMPERATURA DEL SUELO EN LAS CORDILLERA ORIENTAL Y OCCIDENTAL DE LOS ANDES NORTE DE ECUADOR EN RELACIÓN A LA PRESENCIA DEL GÉNERO *PUYA*

Se evaluaron las condiciones térmicas del suelo para la presencia del género *Puya* en las estribaciones occidentales y orientales de la cordillera de los Andes norte de Ecuador.

De acuerdo a la revisión de la información térmica de los páramos occidentales de la cordillera de los Andes norte. La media de la temperatura ambiental en la zona de muestreo es de 4 °C de acuerdo al mapa de isotermas del presente estudio (IGM, 2013). De acuerdo a la información extraída de los data loggers, en la Reserva Ecológica “El Ángel” a 3650

msnm, la temperatura del suelo varía desde 8,5°C a los 14 °C, y la temperatura promedio del suelo en los pajonales es de 9,2 °C (Figura 2, figura 9).

En los páramos orientales la media de la temperatura ambiental en la zona de muestreo es de 4 °C de acuerdo al mapa de isotermas del presente estudio (IGM, 2013). En la información extraída de los data loggers, en la Reserva Biológica “La Bretaña” a 3650 msnm aproximadamente la temperatura del suelo varía desde 8 °C a los 22 °C, y que la temperatura promedio del suelo en los pajonales es de 10,6 °C (Figura 9).

En cuanto a la variación por hora existe un aumento en la temperatura del suelo de la cordillera occidental entre las 8 am y las 5 pm de 9,04°C a 9,4 °C. Mientras que en la temperatura del suelo de la cordillera oriental entre las 8 am y a las 5 pm aumenta entre 10,37°C a 10,77 °C (Figura 9).

La temperatura del suelo decrece en la cordillera occidental entre las 8pm y las 5 am de 9,34°C a 9,19 °C. Mientras que en la temperatura del suelo de la cordillera oriental entre las 8 pm y a las 5 am decrece de 10,76°C a 10,55 °C (Figura 9).

La temperatura promedio del suelo de los pajonales registrada para la cordillera occidental es de 9,2 °C, mientras que la temperatura promedio del suelo de los pajonales para la cordillera oriental es ligeramente más elevada con 10,6°C. La variación isotérmica promedio del suelo de la cordillera occidental y oriental de los Andes norte de Ecuador se estima en 1,4 °C.

5.8 PRESENCIA DEL GÉNERO *PUYA* EN RELACIÓN AL FUEGO

Sugerimos un incremento en la frecuencia de las especies de acuerdo a los incidentes de fuego producidos más recientemente. Respecto al pulso de reclutamiento del género *Puya* se evidencia que existieron 27 individuos juveniles entre 0 y 0,50 m de diámetro en el transecto 1 de “La Bretaña”, en este punto se registró el último fuego hace 1,5 años, razón por la cual se brindaron las condiciones de exposición necesarias para la germinación de plántulas de *Puya*. Siendo el incendio registrado más cercano al inicio de este muestreo y el punto con mayor número de individuos juveniles de todo el estudio (Figura 10).

INTENSIDAD DE FUEGO Y PRESENCIA DEL GÉNERO *PUYA*

Realizamos un análisis para entender la influencia de la intensidad de fuego en la presencia y ocupación espacial del género *Puya*. En los transectos donde se realizó este estudio dentro de la Reserva Ecológica “El Ángel” se determinó únicamente la presencia de *Puya hamata*. Se evidencia que el transecto con la mediana de la cobertura vegetal más elevada es el transecto A02 o punto control del estudio con 0,77 de cobertura vegetal, en esta zona no se registran quemaduras y las plantas vasculares estudiadas tuvieron libertad de desarrollo y crecimiento. El punto más bajo de cobertura vegetal es el transecto A03 con 0,13 de cobertura vegetal, donde se registró la intensidad más alta del fuego en el páramo. Evidenciando la relación entre la intensidad de fuego y el periodo de recuperación de la cobertura vegetal del área en estudio (Figura 11).

6. DISCUSIÓN

El presente estudio permitió detectar patrones en la distribución poblacional de *Puya* en los páramos estudiados. Identificamos 1104 individuos del género *Puya* distribuidos únicamente en tres especies. Sin embargo, análisis moleculares en los Andes norte de Ecuador permitirán dilucidar de mejor manera la diversidad de especies y variedades de *Puya* en dichos páramos. Se establecieron zonas con dos o más especies y esto sugiere una posible hibridación natural como una adaptación a condiciones ambientales muy variables y severas como heladas y temperaturas ambientales promedio entre 9,5 a 10,6 °C (León-Yáñez et al. 2011).

De los individuos registrados dos de ellos pertenecen a *Puya clava-herculis*, 635 a *Puya hamata* y 467 a *Puya longispina*. Esto corrobora a *Puya hamata* en categoría de preocupación menor (LC) otorgada por la página TROPICOS (Missouri Botanical Garden, 2002). Por ser la especie de más amplia distribución en el presente estudio. A *Puya clava-herculis* en estado de vulnerabilidad (VU B1 ab iii), por su escasa población en el presente estudio y una disminución continua de su área de vida y su calidad del hábitat por las quemadas en los páramos (UICN, 2012). Sin embargo, la cantidad de individuos registrados contrarresta a la categoría de vulnerabilidad de *Puya longispina* como especie vulnerable (VU D2), que significa que la población estimada es menor a 50 individuos maduros en un área determinada, que se le otorga en el libro de Plantas Endémicas de Ecuador (León-Yáñez et al. 2011) y la página TROPICOS (Missouri Botanical Garden, 2002).

Determinamos que las medianas de cobertura vegetal más elevadas están entre y 0,68 m y 0,77 m, registradas en la localidad de “El Ángel”, donde el páramo presenta especies de páramos arbustivos, a diferencia de la dominancia de los pajonales de los páramos de “La Breña” y el Volcán Chiles. Esto se comprueba con un estudio realizado por Keating en el

2007, donde también se encontró que las medianas de la altura de vegetación en los puntos de dicho muestreo no sobrepasaban los 0,70 m. Esto se podría explicar cuando se menciona que mientras se intensifican las alteraciones, la vegetación se fragmenta y disminuye (Cárdenas-Arévalo, 2008; Cleef, 2008).

En cuanto a las condiciones abióticas, encontramos que la temperatura promedio del suelo de los pajonales registrada para la cordillera occidental es de 9,2 °C, mientras que la temperatura promedio del suelo de los pajonales para la cordillera oriental es más elevada con 10,6°C. Este ligero aumento de temperatura es una condición favorable para *Puya*, si tomamos en cuenta que en la cordillera occidental a 3600 msnm se registraron 72 individuos de *Puya hamata*, mientras que en la cordillera oriental a la misma altitud 3600 msnm se presentó la mayor frecuencia del género *Puya* de todo el estudio con 107 individuos únicamente de *Puya hamata*. En estudios recientes se afirma que el género *Puya* germina aproximadamente a 13°C (García-Meneses & Ramsay, 2014). Siendo la cordillera oriental 1,4°C más caliente que la cordillera occidental, y aquí los suelos de los pajonales se acercan más a dichos requerimientos térmicos por parte de este grupo de plantas vasculares.

De acuerdo a los 27 individuos juveniles entre 0 y 0,50 m de diámetro del transecto 1 en “La Bretaña”, con el incidente de fuego más reciente, sugerimos que las quemadas ayudan a la germinación de individuos del género *Puya*, ya que estos individuos se adaptaron a resistir al fuego de manera natural por medio de una alta germinación posterior al incidente y la contextura de su yema apical muy resistente a estas condiciones (Laegaard, 1992; Ramsay & Oxley, 1996; Bedoya, 2014). No obstante, un estudio molecular de *Puya hamata* sugiere que esta forma de mantención por medio de una alta germinación de un solo individuo y un solo pool genético puede llegar a producir endogamia parental. Por ende, es de vital importancia conservar los individuos solitarios o los que se desarrollan actualmente en zonas con pocos

registros de quemas, ya que en estos individuos se conserva la mayor diversidad genética del género *Puya* en los páramos del Volcán Chiles de los Andes norte de Ecuador (Rivadeneira, 2016). Se debe tomar en cuenta que a escala local hay una alta variabilidad en la distribución y composición de la vegetación que se encuentra en diferentes estados de regeneración después de un incidente de fuego (Suárez & Medina, 2001). Determinamos que los lugares abiertos favorecen a la propagación y dispersión de estos individuos, debido a que el punto con una mayor exposición al fuego y por ende más despejado cuenta con una mayor frecuencia de *Puya hamata* con 58 individuos pequeños de diámetro entre 0,18 y 0,50 m. Mientras que el transecto donde la intensidad de fuego fue la más baja y por ende la zona con menor exposición y menos abierto, solo tuvo ocho individuos de diámetros medianos mayores a 0,50 m, sin una marcada presencia de individuos juveniles de *Puya hamata* (Tabla 5). En el punto control donde no hubo afectación por fuego encontramos una alta frecuencia del género *Puya* ya que los individuos alcanzan su madurez normal, adaptándose muy bien a las condiciones bióticas y ambientales del páramo. Esto se comprueba al afirmar que la heterogeneidad de la estructura de la vegetación luego del fuego depende de la variación de la temperatura durante un incendio (Ramsay, 2001), y que el fuego genera un mosaico de zonas quemadas y no quemadas de acuerdo a la intensidad de la quema (Vargas-Ríos, 1997).

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Establecimos que mientras la frecuencia de *Puya longispina* empieza a aumentar conforme aumenta la altura del gradiente, *Puya hamata* y *Puya clava-herculis* disminuyen en número, compartiendo el nicho entre los 3700 y 3800 msnm dentro de las dos estribaciones de la cordillera de los Andes norte de la provincia del Carchi-Ecuador.

Afirmamos que los terrenos que reciben mayor flujo de agua lluvia, presentan una mayor escorrentía (Mayor línea de flujo del germoplasma vegetal), cuando este flujo es continuo, los hábitats en regeneración vuelven a ser ocupados, dependiendo también de que el pulso de reclutamiento sea relevante en las fuentes de dicho germoplasma. Estas fuentes deben ser de preferencia de individuos aislados con mayor diversidad génica.

Se deberá establecer un plan de sociabilización de esta información, una vez que estos datos sean complementados y cotejados con información faunística de la zona. Esto se deberá realizar por medio de monitoreos de la fauna local, de polinizadores específicos, de hospederos y de grandes mamíferos asociados a la depredación o uso del género *Puya* en varias épocas del año. Al complementar esta información se volverá de mayor ayuda y comprensión para los administradores de las áreas de vida y de sus pobladores locales.

Sé deberá complementar los modelos expuestos en esta investigación con modelos nulos de co-ocurrencia para entender como se está ensamblando actualmente esta comunidad vegetal dentro de los páramos. Una de las posibilidades es una competencia equilibrada entre especies del género *Puya* en el área de estudio.

Se requiere realizar análisis moleculares de las poblaciones de *Puya* de las tres localidades estudiadas. Sé deberá efectuar muestreos más puntuales en los ecosistemas de páramo por

cada población y por cada especie para poder determinar la taxonomía apropiada del género *Puya* en los páramos norte de Ecuador. Además, se deberá crear claves taxonómicas y guías fotográficas, para identificación de muestras infértiles y juveniles en campo de las especies del género *Puya*, debido a que las guías actuales se basan en flores, y la mayoría de individuos se determinan en estado de infertilidad.

8. LITERATURA CITADA

Acosta-Solís, M. 1937. Excursión botánica al páramo del Ángel. *Flora (Quito)* 1(2):103-118.

Acosta-Solís, M. 1984. Los páramos andinos del Ecuador. Publicaciones científicas M.A.S. Quito-Ecuador. 220 pp.

Balslev H. & J. Luteyn. 1992. Páramos: Why study them. En: *Páramo: an Andean ecosystem under human influence*. London: Academic Press. Pp.1-14.

Bedoya, J. I. 2014. La auto-organización de comunidades vegetales de páramo luego de un disturbio por fuego: una herramienta para la restauración ecológica. Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica de Pereira.

Bernal R., S. Gradstein & M. Celis. 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. [Catalogo plantas colombia.unal.edu.com](http://catalogo.plantas.colombia.unal.edu.com).

Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., y Hofstede, R. 2006. Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79, 53-72.

Castellanos, A. 1945. "Bromeliaceae". En: DESCOLE, h. R. (ed.), gen. Et sp. Pl. Argent. 3: 107-382, tab. 22-133. Tucuman Argentina.

Cleef, A. M. 2008. Influencia humana en los páramos. pp. 531-32. En: Patrocinio, J. (Eds.). *Memorias panorama y perspectivas sobre la gestión ambiental de los ecosistemas de páramo*. Colección asuntos ambientales N°5. Procuraduría general de la nación.

Cronquist A. 1968. The evolution and classification of flowering plants. *Riverside Studies in Biology*. Allen Press, New York.

ECOLAP & MAE. 2007. Guía Del Patrimonio de Áreas Naturales Protegidas Del Ecuador. ECOFUND, FAN, Darwin-Net, IGM. Quito, Ecuador.

García-Meneses P. & P. Ramsay. 2014. La demografía de *Puya hamata* como indicador de la historia de fuegos recientes en el páramo de El Ángel y Volcán Chiles, Ecuador-Colombia, publicado en la revista *Caldasia* 36(1): 53/69.2014.

Gutiérrez, P. 2016. Estudio de paja como indicador de la historia de las quemadas recientes en los páramos de la Reserva Ecológica El Ángel, Carchi-Ecuador. Disertación previa a la obtención del título de Magister en Biología de la Conservación. Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Quito-Ecuador.

Hofstede, R. 1999. El páramo como espacio para la fijación de carbono atmosférico. En *El Páramo como espacio de mitigación de carbono atmosférico. Serie Páramo 1*. GTP/ Abya-Yala. Quito.

Hofstede, R. 2001. El impacto de las actividades humanas sobre el páramo. *Los páramos del Ecuador. Particularidades, problemas y perspectivas*. Abya Yala/Proyecto Páramo, Quito, Ecuador, 161-185.

Hofstede, R., P. Segarra & P. Mena Vásquez (Eds.). 2003. *Los páramos del mundo*. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/ EcoCiencia, Quito. 299 p.

Hofstede R., J. Calles, V. López, R. Polanco, F. Torres, J. Ulloa, A. Vásquez., & M. Cerra. (2014). *Los Páramos Andinos ¿Qué sabemos? Estado de conocimiento sobre el impacto del cambio climático en el ecosistema páramo*. UICN, Quito, Ecuador.

Horn, H. & Kappelle, M., 2009. Fire in the Páramo ecosystems of Central and South America. En: Cochrane, M.A. (Ed.), *Tropical Fire Ecology: Climate Change, Land Use, and Ecosystem Dynamics*. Praxis, Chichester, UK, pp. 505–539.

Jørgensen, P. & S. León-Yáñez (Eds.). 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75: i–viii, 1–1182.

Keating, P. L. 2007. Fire ecology and conservation in the high tropical Andes: observations from northern Ecuador. *Journal of Latin American Geography*, 6, 43-62.

Laegaard, S., 1992. Influence of fire in the grass páramo vegetation of Ecuador. In: Balslev, H., Luteyn, J.L. (Eds.), *Páramo: An Andean Ecosystem under Human Influence*. Academic Press, London, pp. 151–170.

Llambí, L., L. Sarmiento & F. Rada. 2013. La evolución de la investigación ecológica en los páramos de Venezuela: múltiples visiones de un ecosistema único. *Recorriendo el paisaje vegetal de Venezuela*. Ediciones IVIC, Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Caracas, Venezuela.

León-Yáñez, S., R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa & H. Navarrete (Eds). 2011. *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*, 2da edición. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Luteyn, J.L. 1999. Páramos, a checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature. *Memoirs of the New York Botanical Garden*, Vol. 84. 278 pp.

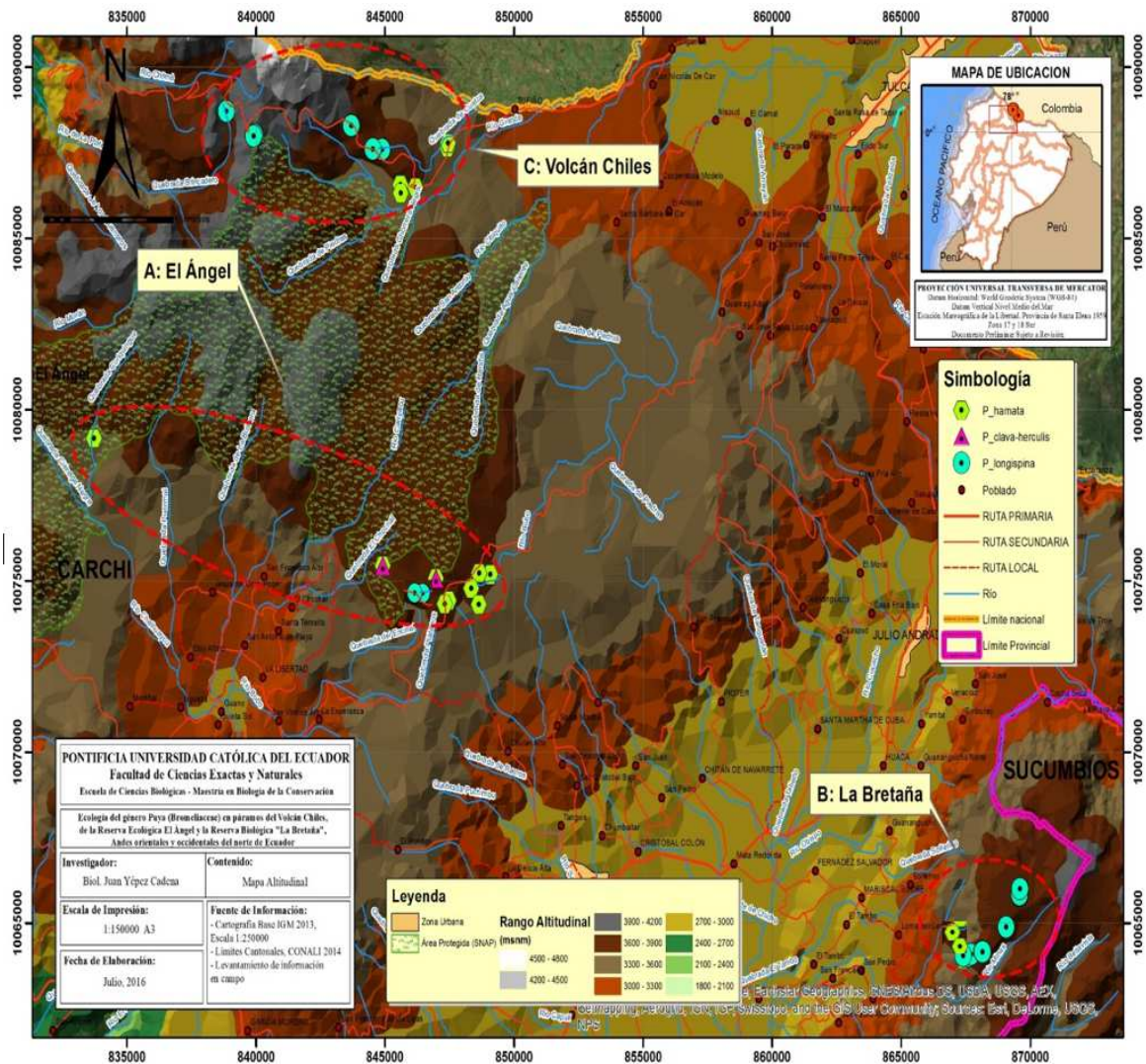
Maestre, F.T. 2010. La hipótesis del gradiente de estrés. Departamento de Biología y Geología Área de Biodiversidad y Conservación. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid-España. Pág. 10.

- Manzanares, J.M. 2005. Joyas en la Selva, Bromeliaceae del Ecuador. Parte I y II. Imprenta Mariscal. Pág. 247-544.
- Medina, G. & P. Mena. 2001. Los páramos del Ecuador. Pp. 1-23 En: Mena, P., G. Medina & R.G.M. Hofstede (eds.). Los Páramos del Ecuador. Proyecto Páramo, Abya Yala, Quito.
- Mena P. & R. Hofstede. 2006. los Páramos Ecuatorianos, en Mónica Morales, et al, edits., Botánica Económica de los Andes Centrales, La Paz, Universidad Mayor de los Andes. pp. 91-109.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). 2013. Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Missouri Botanical Garden. 2002. Checklist of the Vascular Plants of Ecuador. Trópicos, (en línea): <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/index/Ecuador.html> Amazonian Ecuador. Biodiversity and Conservation.
- Missouri Botanical Garden. 2002. Checklist of the Vascular Plants of Ecuador. Trópicos: <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/index/Ecuador.html> Amazonian Ecuador. IUCN. 2001. IUCN Red List Categ. Crit. v. 3.1 ii, 1–30. IUCN, Gland. Conservation System.
- Myers, N. 1988. Threatened biotas: 'Hotspots' in tropical forests. Puntos Calientes en bosques Tropicales, Environmentalist 8, 187–208.
- Premauer, J. & Vargas, O. 2004. Patrones de diversidad en vegetación pastoreada y quemada en un páramo húmedo (Parque Natural Chingaza, Colombia). Ecotrópicos, 17, 52-66.
- Ramsay, P. M. & Oxley, E. R. B. 1996. Fire temperatures and postfire plant community dynamics in Ecuadorian grass páramo vegetation, 124, 129-144.

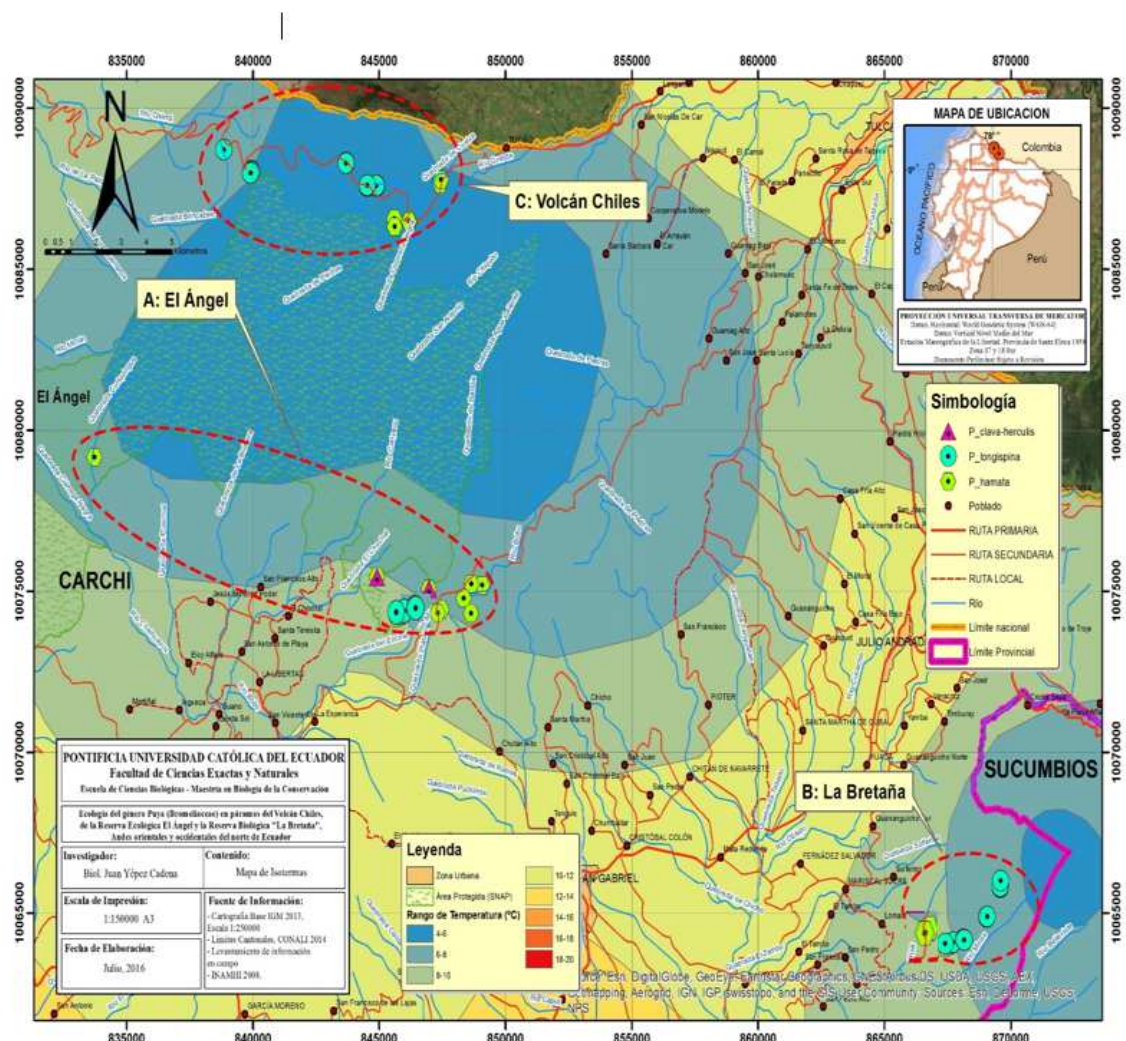
- Ramsay P. (ed.). 2001. The Ecology of Volcán Chiles: high-altitude ecosystems on the Ecuador-Colombia border. Plymouth: Pebble & Shell. Pp. 209-217.
- Ramsay, P. & E.R. Oxley. 2001. An assessment of aboveground net primary productivity in Andean grasslands of Central Ecuador. *Mountain Research and Development* 21(2):161-167.
- Ramsay, P. M. 2014. Giant rosette plant morphology as an indicator of recent fire history in Andean páramo grasslands. *Ecological Indicators*, 45, 37-44.
- Rangel, O. 2000. La región de vida paramuna. Colombia Diversidad Biológica III. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencia Naturales, Instituto Alexander Von Humboldt, Bogotá. 902 p.
- Rivadeneira, G. 2016. Estructura Genética y Ecología de poblaciones de *Puya hamata* (Bromeliaceae) en el páramo del volcán chiles. Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Quito-Ecuador.
- Rodríguez, F. & Behling, H. 2011. Late Holocene vegetation, fire, climate and upper forest line dynamics in the Podocarpus National Park, southeastern Ecuador. *Vegetation History and Archaeobotany*, 20, 1-14.
- Sánchez-Otero, J. 2013. Introducción al Diseño Experimental. Copyright Paquete estadístico SPSS Inc. Impreso en Ecuador.
- Sklenář, P. Luteyn J., Ulloa C., Jørgensen, P. & O Dillon M. 2005. Flora Genérica de los Páramos. Guía Ilustrada de las Plantas Vasculares. The New York Botanical Garden. United States of America. Pp. 204.
- Smith, J. & Cleef A. 1988. Composition and origins of the world's tropicalpine floras. *Journal of Biogeography*.631-6458.

- Stewart, K., Bourn, N., y Thomas, J. 2001. An evaluation of three quick methods commonly used to assess sward height in ecology. *Journal of Applied Ecology*, 38, 1148-1154.
- UICN. 2012. *Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición*. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp. Originalmente publicado como *IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition*. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).
- Di Pasquale, G., Marziano, M., Impagliazzo, S., Lubritto, C., De Natale, A., y Bader, M. Y. 2008. The Holocene treeline in the northern Andes (Ecuador): first evidence from soil charcoal. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 259, 17-34.
- Vargas, O. 1997. Un modelo de sucesión-regeneración de los páramos después de quemas. *Caldasia*, 19, 331-345.
- Vargas, O. 2000. *Sucesión-regeneración del páramo después de quemas*. Tesis doctoral, Universidad Nacional de Colombia.
- Vargas, O. 2011. Los regímenes de estrés y disturbio en los páramos andinos. En Vásquez L. Rodríguez. *Revista Colombia tiene Páramos*. No. 1/2011.
- Villota, A. & Behling, H. 2014. Late Glacial and Holocene Environmental Change Inferred from the Páramo of Cajanuma in the Podocarpus National Park, Southern Ecuador. *Caldasia*, 36, 345-364.
- White, S. 2013. Grass páramo as hunter-gatherer landscape. *The Holocene*, 23, 898-915.
- Woods S. & Ramsay P. 2001. Variability in nectar supply: implications for high altitude hummingbirds. Department of Biological Sciences, University of Plymouth, Plymouth, PL4 8AA, UK.

9. FIGURAS



- **Figura 1. - Mapa base altitudinal del área de estudio.** Cartografía Base de límites altitudinales IGM 2013, límites cantonales CONALI 2014, Cobertura digital (*.shp) PANE, Áreas protegidas del país 2015, escala 1:250000 (MAE). En este gráfico se muestran los rangos altitudinales de las tres áreas de estudio y su relación con la distribución espacial de las especies del género *Puya* en los Andes norte de Ecuador.



• **Figura 2. -Mapa Isotérmico del área de estudio.** Cartografía Base de límites altitudinales IGM 2013, escala 1: 250 000, límites cantonales CONALI 2014, cobertura digital (*.shp) PANE, Áreas protegidas del país 2015, escala 1:250000 (MAE), cobertura digital (*.shp) Isotermas de Ecuador Continental 2008, escala 1:1000000 INAMHI. Aquí se muestran los rangos térmicos y la relación con la distribución espacial de las especies del género *Puya* en las tres áreas de estudio.

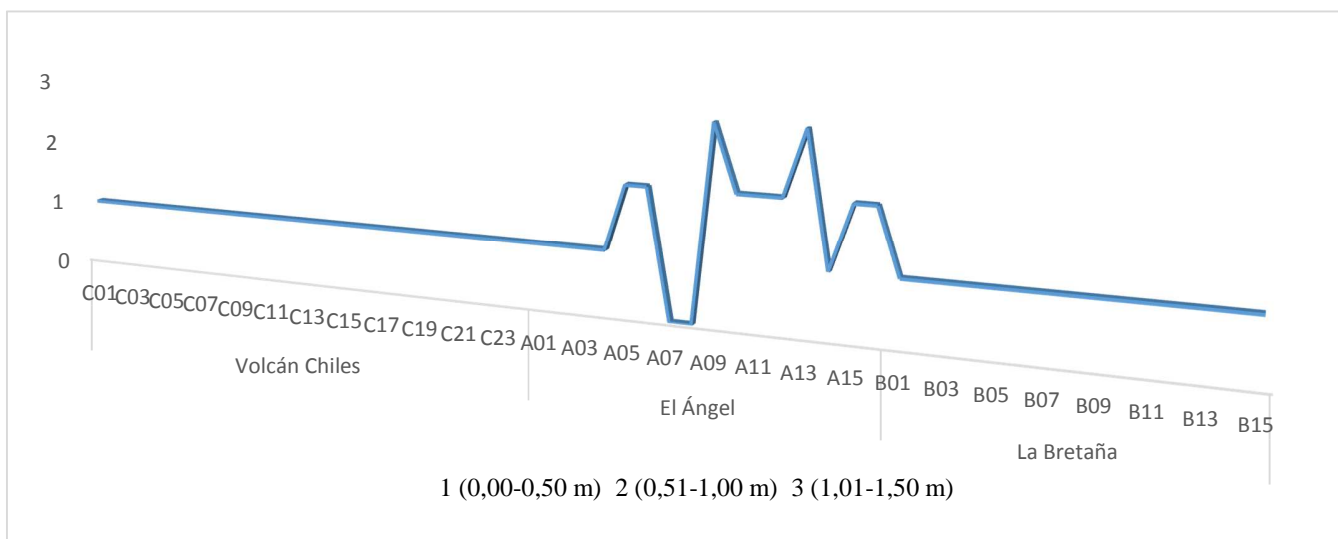


Figura 3.-Pulso de reclutamiento del género *Puya* por transecto y localidad. Es clara la tendencia del pulso de reclutamiento del género *Puya* en el rango uno entre 0 y 0,50 m.

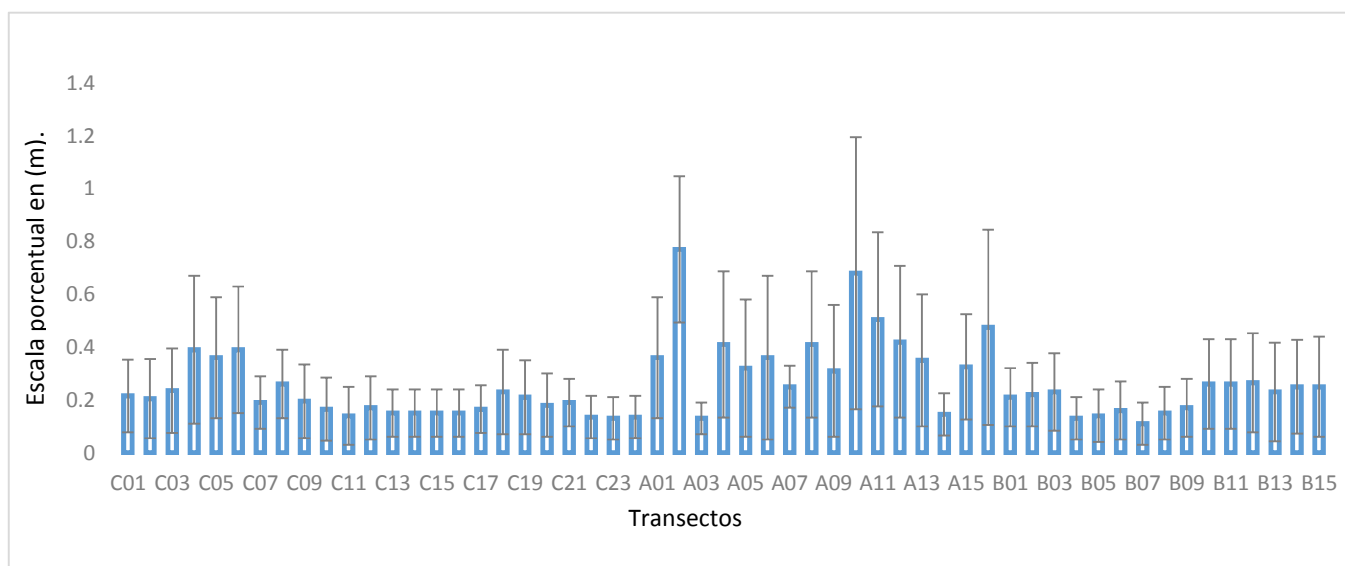


Figura 4.-Variación de la media de cobertura vegetal con percentiles. (Líneas negras: Barras de error).

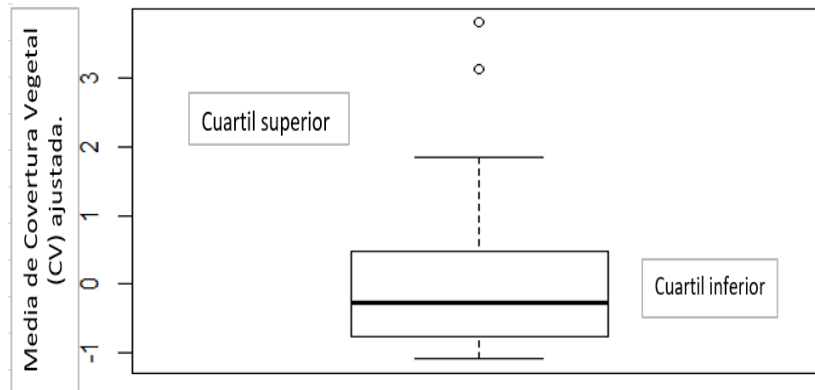


Figura 5. Media ajustada de la cobertura vegetal de los 55 transectos.

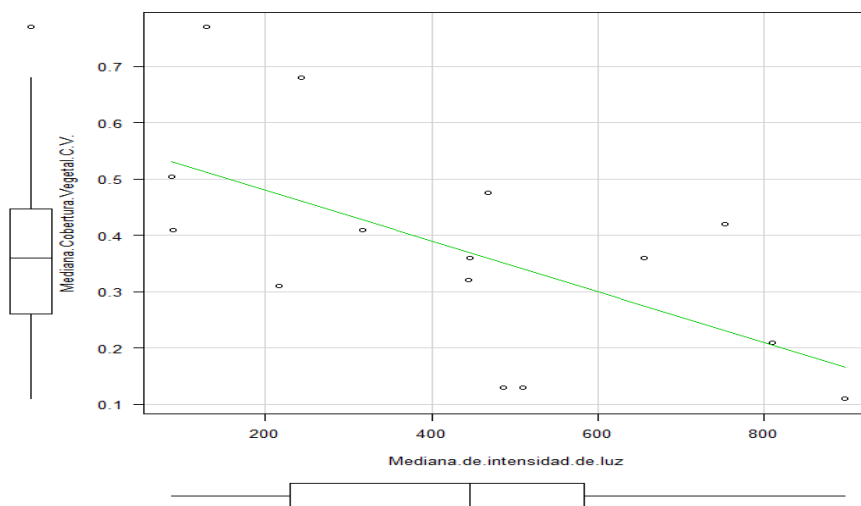


Figura 6.- Relación entre la mediana de cobertura vegetal y la mediana de intensidad de luz.

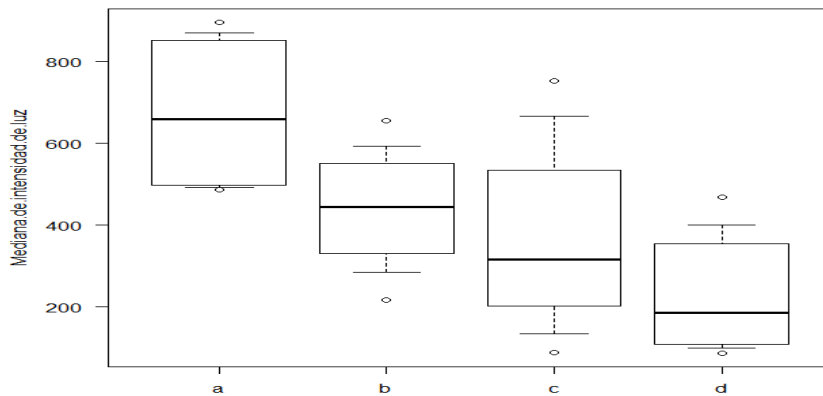


Figura 7.- Boxplot categorizado de la correlación de Pearson entre mediana de cobertura vegetal y mediana de intensidad de luz. Siendo **A** la categoría de menor cobertura vegetal con 0,00-0,50 m, **B** de 0,51-1,00 m, **C** de 1,01-1,50 m y **D** de 1,51-2,00 m. Relacionando la cobertura vegetal respecto a la intensidad de luz.

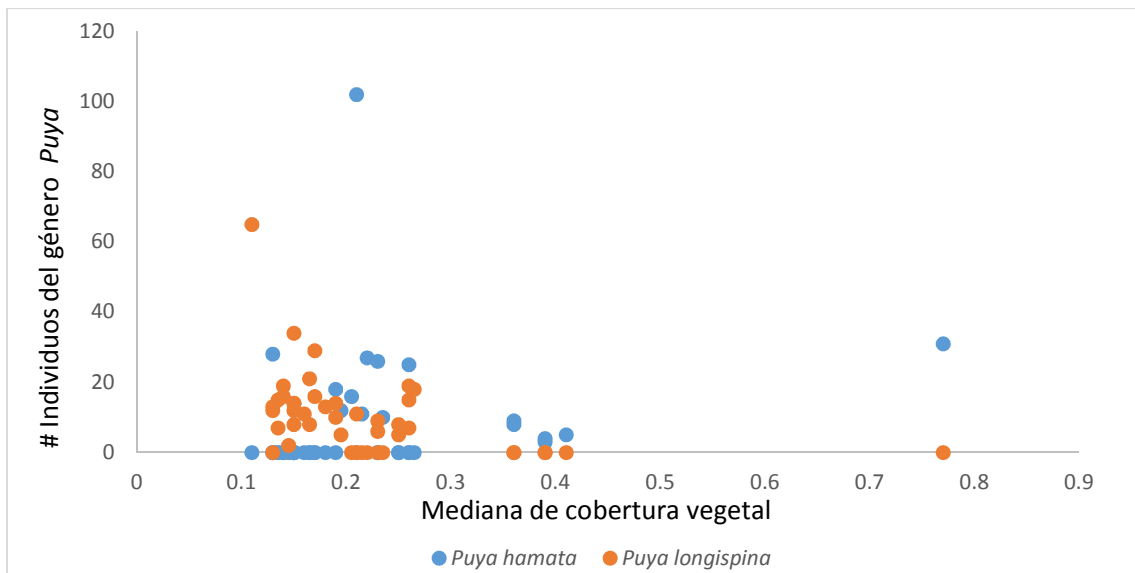


Figura 8.-Cobertura vegetal y presencia del género *Puya*.

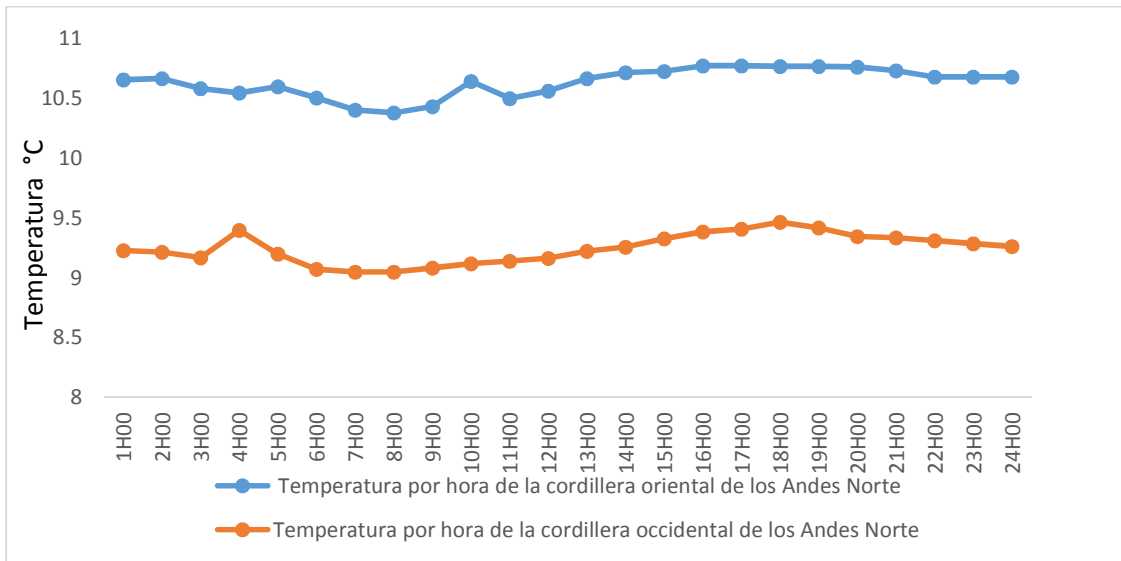


Figura 9. Variación de la temperatura del suelo por hora registrada entre los pajonales de los páramos de la cordillera occidental y oriental de los Andes norte de Ecuador.

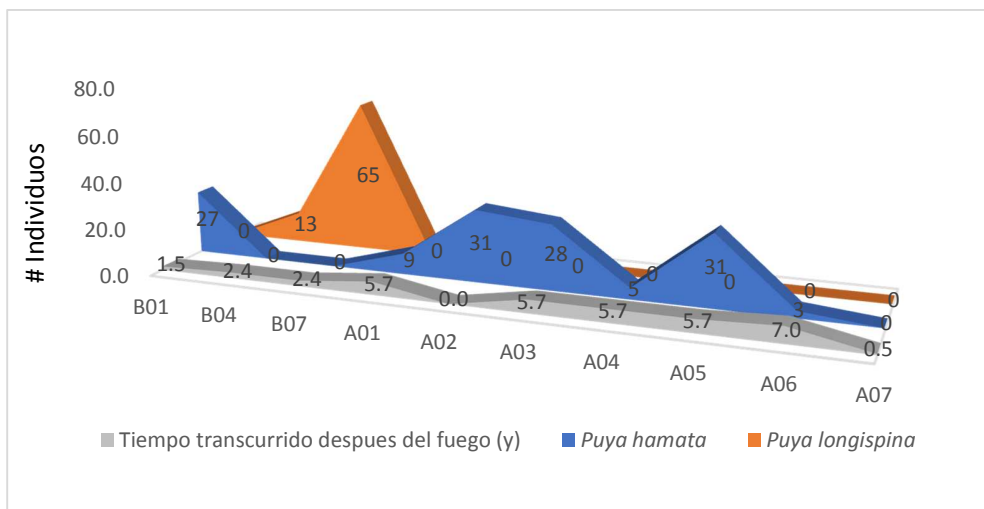


Figura 10.- Relación del último fuego registrado y la cobertura vegetal de los transectos de la Reserva biológica “La Bretaña” y la Reserva Ecológica “El Ángel”.

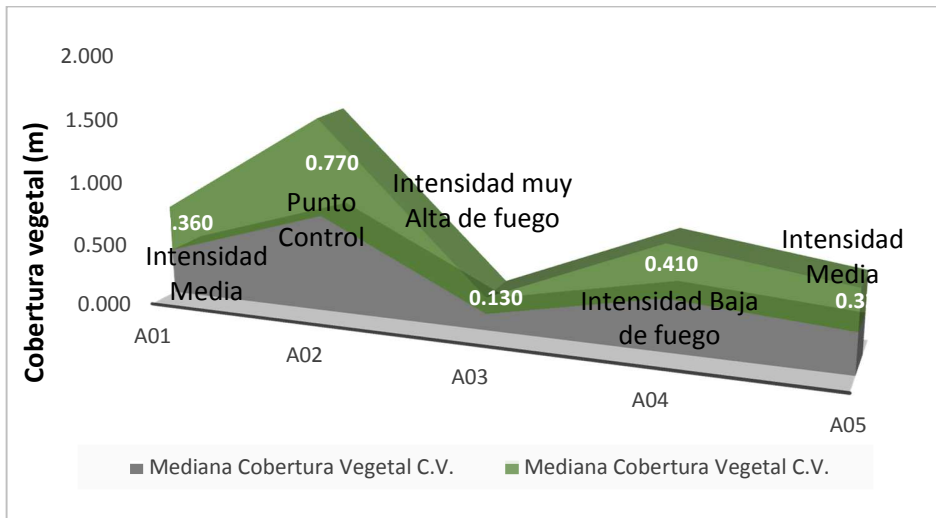


Figura 11.- Relación de intensidad de fuego y mediana de cobertura vegetal de los transectos 1-5 de la Reserva Ecológica “El Ángel”.

10. TABLAS

Tabla 1. - Resultados de la presencia del género *Puya* en los páramos norte de la cordillera de los Andes.

#	Localidad	Transecto	# Individuos del género <i>Puya</i>	<i>Puya clava-herculis</i>	<i>Puya hamata</i>	<i>Puya longispina</i>	
1	Volcán Chiles	C01	18	0	18	0	
2		C02	21	0	21	0	
3		C03	15	0	15	0	
4		C04	8	0	8	0	
5		C05	14	0	14	0	
6		C06	10	0	10	0	
7		C07	36	0	26	10	
8		C08	45	0	38	7	
9		C09	37	0	32	5	
10		C10	26	0	3	23	
11		C11	26	0	3	23	
12		C12	20	0	4	16	
13		C13	12	0	0	12	
14		C14	14	0	0	14	
15		C15	14	0	0	14	
16		C16	8	0	0	8	
17		C17	8	0	0	8	
18		C18	9	0	0	9	
19		C19	11	0	0	11	
20		C20	13	0	0	13	
21		C21	14	0	0	14	
22		C22	15	0	0	15	
23		C23	12	0	0	12	
24		C24	7	0	0	7	
Total Chiles			413	0	192	221	
25	El Ángel	A01	21	0	21	0	Total General de individuos del Género <i>Puya</i>
26		A02	72	0	72	0	
27		A03	58	0	58	0	
28		A04	8	0	8	0	
29		A05	51	0	51	0	
30		A06	7	0	7	0	
31		A07	0	0	0	0	
32		A08	4	1	3	0	
33		A09	9	1	8	0	

Continúa tabla 1.

#		Transecto	# Individuos del género <i>Puya</i>	<i>Puya clava-herculis</i>	<i>Puya hamata</i>	<i>Puya longispina</i>	
34		A10	12	0	12	0	
35		A11	5	0	5	0	
36		A12	4	0	4	0	
37		A13	1	0	1	0	
38		A14	2	0	0	2	
39		A15	1	0	1	0	
40		A16	19	0	19	0	
Total El Ángel			274	2	270	2	
41	La Bretaña	B01	107	0	107	0	
42		B02	33	0	33	0	
43		B03	30	0	30	0	
44		B04	14	0	1	13	
45		B05	18	0	2	16	
46		B06	11	0	0	11	
47		B07	65	0	0	65	
48		B08	35	0	0	35	
49		B09	32	0	0	32	
50		B10	16	0	0	16	
51		B11	19	0	0	19	
52		B12	18	0	0	18	
53		B13	6	0	0	6	
54		B14	8	0	0	8	
55		B15	5	0	0	5	
Total La Bretaña			417	0	173	244	
Total general por especie				2	635	467	1104

Tabla 2. –Pulso de Reclutamiento de *Puya hamata* y *Puya longispina*.

#	Localidad	Transecto	Mediana Cobertura Vegetal C.V.	Rango	Pulso de reclutamiento	<i>Puya hamata</i>	<i>Puya longispina</i>
1	Volcán Chiles	C01	0,215	1	1 (0,00-0,50)	11	0
2		C02	0,205	1	1 (0,00-0,50)	16	0
3		C03	0,235	1	1 (0,00-0,50)	10	0
4		C04	0,390	1	1 (0,00-0,50)	3	0
5		C05	0,360	1	1 (0,00-0,50)	8	0
6		C06	0,390	1	1 (0,00-0,50)	4	0
7		C07	0,190	1	1 (0,00-0,50)	18	10
8		C08	0,260	1	1 (0,00-0,50)	25	7
9		C09	0,195	1	1 (0,00-0,50)	12	5
10		C10	0,165	1	1 (0,00-0,50)	0	21
11		C11	0,140	1	1 (0,00-0,50)	0	19
12		C12	0,170	1	1 (0,00-0,50)	0	16
13		C13	0,150	1	1 (0,00-0,50)	0	12
14		C14	0,150	1	1 (0,00-0,50)	0	14
15		C15	0,150	1	1 (0,00-0,50)	0	14
16		C16	0,150	1	1 (0,00-0,50)	0	8
17		C17	0,165	1	1 (0,00-0,50)	0	8
18		C18	0,230	1	1 (0,00-0,50)	0	9
19		C19	0,210	1	1 (0,00-0,50)	0	11
20		C20	0,180	1	1 (0,00-0,50)	0	13
21		C21	0,190	1	1 (0,00-0,50)	0	14
22		C22	0,135	1	1 (0,00-0,50)	0	15
23		C23	0,130	1	1 (0,00-0,50)	0	12
24		C24	0,135	1	1 (0,00-0,50)	0	7
25	El Ángel	A01	0,360	1	1 (0,00-0,50)	9	0
26		A02	0,770	1	1 (0,00-0,50)	31	0
27		A03	0,130	1	1 (0,00-0,50)	28	0
28		A04	0,410	1	1 (0,00-0,50)	5	0
29		A05	0,320	2	2 (0,51-1,00)	31	0
30		A06	0,360	2	2 (0,51-1,00)	3	0
31		A07	0,250	NA	NA	0	0
32		A08	0,41	NA	NA	0	0
33		A09	0,310	3	3 (1,01-1,50)	6	0
34		A10	0,680	2	2 (0,51-1,00)	6	0
35		A11	0,505	2	2 (0,51-1,00)	3	0
36		A12	0,420	2	2 (0,51-1,00)	3	0
37		A13	0,350	3	3 (1,01-1,50)	1	0
38		A14	0,145	1	1 (0,00-0,50)	0	2
39		A15	0,325	2	2 (0,51-1,00)	1	0

Continúa tabla 2.

#		Transecto	Mediana Cobertura Vegetal C.V.	Rango	Pulso de reclutamiento	<i>Puya hamata</i>	<i>Puya longispina</i>
40		A16	0,475	2	2 (0,51-1,00)	15	0
41	La Bretaña	B01	0,210	1	1 (0,00-0,50)	102	0
42		B02	0,220	1	1 (0,00-0,50)	27	0
43		B03	0,230	1	1 (0,00-0,50)	26	0
44		B04	0,130	1	1 (0,00-0,50)	0	13
45		B05	0,140	1	1 (0,00-0,50)	0	16
46		B06	0,160	1	1 (0,00-0,50)	0	11
47		B07	0,110	1	1 (0,00-0,50)	0	65
48		B08	0,150	1	1 (0,00-0,50)	0	34
49		B09	0,170	1	1 (0,00-0,50)	0	29
50		B10	0,260	1	1 (0,00-0,50)	0	15
51		B11	0,260	1	1 (0,00-0,50)	0	19
52		B12	0,265	1	1 (0,00-0,50)	0	18
53		B13	0,230	1	1 (0,00-0,50)	0	6
54		B14	0,250	1	1 (0,00-0,50)	0	8
55		B15	0,250	1	1 (0,00-0,50)	0	5

Tabla 3. – Mediana de la cobertura vegetal y gradiente altitudinal.

#	Localidad	Transecto	Altura	Mediana CV
1	Volcán Chiles	C01	3500 msnm.	0,215
2		C02	3500 msnm.	0,205
3		C03	3500 msnm.	0,235
4		C04	3600 msnm.	0,390
5		C05	3600 msnm.	0,360
6		C06	3600 msnm.	0,390
7		C07	3700 msnm.	0,190
8		C08	3700 msnm.	0,260
9		C09	3700 msnm.	0,195
10		C10	3800 msnm.	0,165
11		C11	3800 msnm.	0,140
12		C12	3800 msnm.	0,170
13		C13	3900 msnm.	0,150
14		C14	3900 msnm.	0,150
15		C15	3900 msnm.	0,150
16		C16	4000 msnm.	0,150

Continúa tabla 3.

#		Transecto	Altura	Mediana CV
17		C17	4000 msnm.	0,165
18		C18	4000 msnm.	0,230
19		C19	4100 msnm.	0,210
20		C20	4100 msnm.	0,180
21		C21	4100 msnm.	0,190
22		C22	4200 msnm.	0,135
23		C23	4200 msnm.	0,130
24		C24	4200 msnm.	0,135
25	El Ángel	A01	3550 msnm.	0,360
26		A02	3650 msnm.	0,770
27		A03	3600 msnm.	0,130
28		A04	3650 msnm.	0,410
29		A05	3650 msnm.	0,320
30		A06	3700 msnm.	0,360
31		A07	3550 msnm.	0,250
32		A08	3800 msnm.	0,41
33		A09	3750 msnm.	0,310
34		A10	3650 msnm.	0,680
35		A11	3650 msnm.	0,505
36		A12	3700 msnm.	0,420
37		A13	3550 msnm.	0,350
38		A14	3900 msnm.	0,145
39		A15	3650 msnm.	0,325
40	A16	3550 msnm.	0,475	
41	La Bretaña	B01	3600 msnm.	0,210
42		B02	3600 msnm.	0,220
43		B03	3600 msnm.	0,230
44		B04	3700 msnm.	0,130
45		B05	3700 msnm.	0,140
46		B06	3700 msnm.	0,160
47		B07	3800 msnm.	0,110
48		B08	3800 msnm.	0,150
49		B09	3800 msnm.	0,170
50		B10	3900 msnm.	0,260
51		B11	3900 msnm.	0,260
52		B12	3900 msnm.	0,265
53		B13	4000 msnm.	0,230
54		B14	4000 msnm.	0,250
55		B15	4000 msnm.	0,250

Tabla 4. – Mediana de la cobertura vegetal y mediana de intensidad de luz.

#	Mediana de la intensidad de luz	SD de la intensidad de luz	Mediana de intensidad de luz	25% percentil de luz	75% percentil de luz	Mediana Cobertura Vegetal C.V.	Percentil al 25% de C.V.	Percentil al 75% de C.V.
A01	575,59	378,95	446,15	339,97	664,32	0,360	0,2300	0,5125
A02	155,96	88,62	128,8	87,55	212,4	0,770	0,2775	2,015
A03	490,93	86,05	485,85	430	577,37	0,130	0,0600	0,3300
A04	89,67	13,94	89,1	80,9	102,2	0,410	0,2775	0,5400
A05	440,72	46,19	444,3	414,1	472,4	0,320	0,2600	0,4100
A06	699,12	211,87	655,55	537,1	808,12	0,360	0,3100	0,4925
A07	259,34	81,01	220,3	190,4	341,22	0,250	0,0800	0,4900
A08	326,96	92,36	316,75	240,5	365,32	0,41	0,2775	0,5850
A09	333,37	258,46	216,05	165,72	463,85	0,310	0,2500	0,4250
A10	270,05	94,51	242,3	189,5	369,9	0,680	0,5150	0,8500
A11	88,18	11,67	86,7	80,6	95,2	0,505	0,3300	0,8025
A12	786,67	176,61	753,15	647,92	938,42	0,420	0,2875	0,6325
A13	817,39	90,85	805,65	737,62	904,55	0,350	0,2500	0,4450
A14	147,98	32,99	139,2	118,37	180,97	0,145	0,0800	0,2125
A15	668,63	166,93	628,05	596,92	707,97	0,325	0,2000	0,4200
A16	506,71	185,13	467,55	361,92	608,8	0,475	0,3700	0,6250
B01	803,01	361,90	808,75	491,95	953,7	0,210	0,1100	0,2700
B04	516,50	109,43	509	394,62	592,65	0,130	0,0800	0,1900
B07	832,44	184,84	896,00	636	971,7	0,110	0,0800	0,1525

Tabla 5. –Presencia de las rosetas pequeñas de *Puya hamata* y *Puya longispina* en relación al tiempo del último fuego.

Localidad	Transecto	Día de encuesta	Día del último fuego	Tiempo transcurrido después del fuego (y)	Rango	Moda o Pulso de reclutamiento	<i>Puya hamata</i>	<i>Puya longispina</i>
La Bretaña	B01	27/3/2015	11/9/2013	1,5	1	1 (0,00-0,50)	27	0
La Bretaña	B04	28/3/2015	15/10/2012	2,4	1	1 (0,00-0,50)	0	13
La Bretaña	B07	28/3/2015	15/10/2012	2,4	1	1 (0,00-0,50)	0	65
El Ángel	A01	7/4/2015	3/8/2009	5,7	1	1 (0,00-0,50)	9	0
El Ángel	A02	7/4/2015	N/A	N/A	1	1 (0,00-0,50)	31	0
El Ángel	A03	8/4/2015	3/8/2009	5,7	1	1 (0,00-0,50)	28	0
El Ángel	A04	8/4/2015	3/8/2009	5,7	1	1 (0,00-0,50)	5	0
El Ángel	A05	9/4/2015	3/8/2009	5,7	2	2 (0,51-1,00)	31	0
El Ángel	A06	9/4/2015	9/4/2008	7,0	2	2 (0,51-1,00)	3	0
El Ángel	A07	10/4/2015	10/10/2014	0,5	NA	NA	0	0

11. ANEXOS

ANEXO 1.

Referencias de la ubicación geográfica de los transectos del presente estudio.

Andes Nor-orientales y occidentales de la provincia del Carchi, Ecuador. Metodología: Transectos de 50 x2m.							
#	Cordillera	Transecto	Localidad	X	Y	Altura	Tipo de Ecosistema
1	Nor-Occidental	C01	Volcán Chiles	18N 0179513	87642	3500 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
2	Nor-Occidental	C02	Volcán Chiles	18N 0179524	87763	3500 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
3	Nor-Occidental	C03	Volcán Chiles	18N 0179534	87764	3500 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
4	Nor-Occidental	C04	Volcán Chiles	18N 0178298	86461	3600 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
5	Nor-Occidental	C05	Volcán Chiles	18N 0178288	86469	3600 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
6	Nor-Occidental	C06	Volcán Chiles	18N 0178282	86473	3600 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
7	Nor-Occidental	C07	Volcán Chiles	18N 0176991	87576	3700 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
8	Nor-Occidental	C08	Volcán Chiles	18N 0176996	87585	3700 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
9	Nor-Occidental	C09	Volcán Chiles	18N 0176989	87586	3700 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
10	Nor-Occidental	C10	Volcán Chiles	18N 0176628	87591	3800 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
11	Nor-Occidental	C11	Volcán Chiles	18N 0176626	87581	3800 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
12	Nor-Occidental	C12	Volcán Chiles	18N 0176629	87598	3800 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
13	Nor-Occidental	C13	Volcán Chiles	18N 0175795	88298	3900 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
14	Nor-Occidental	C14	Volcán Chiles	18N 0175799	88291	3900 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”

Continúa Anexo 1

#	Cordillera	Transecto	Localidad	X	Y	Altura	Tipo de Ecosistema
15	Nor-Occidental	C15	Volcán Chiles	18N 0175787	88296	3900 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
16	Nor-Occidental	C16	Volcán Chiles	18N 0172008	87986	4000 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
17	Nor-Occidental	C17	Volcán Chiles	18N 0172001	87997	4000 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
18	Nor-Occidental	C18	Volcán Chiles	18N 0172001	87997	4000 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
19	Nor-Occidental	C19	Volcán Chiles	18N 0172009	87986	4100 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
20	Nor-Occidental	C20	Volcán Chiles	18N 0172005	87995	4100 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
21	Nor-Occidental	C21	Volcán Chiles	18N 0172008	87999	4100 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
22	Nor-Occidental	C22	Volcán Chiles	18N 0172027	88045	4200 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
23	Nor-Occidental	C23	Volcán Chiles	18N 0172038	88065	4200 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
24	Nor-Occidental	C24	Volcán Chiles	18N 0172048	88025	4200 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
25	Nor-Occidental	A01	El Ángel	18N 0177702	86304	3550 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
26	Nor-Occidental	A02	El Ángel	18N 0181155	75133	3650 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
27	Nor-Occidental	A03	El Ángel	18N 0181155	75167	3600 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
28	Nor-Occidental	A04	El Ángel	18N 0180725	75193	3650 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
29	Nor-Occidental	A05	El Ángel	18N 0180725	75200	3650 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
30	Nor-Occidental	A06	El Ángel	18N 0180417	74751	3700 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
31	Nor-Occidental	A07	El Ángel	18N 0180518	78752	3550 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”

#	Cordillera	Transecto	Localidad	X	Y	Altura	Tipo de Ecosistema
32	Nor-Occidental	A08	El Ángel	18N 0176990	75419	3800 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
33	Nor-Occidental	A09	El Ángel	18 N 0179045	7504	3750 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
34	Nor-Occidental	A10	El Ángel	18 N 0179545	74407	3650 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
35	Nor-Occidental	A11	El Ángel	18N 0179390	74294	3650 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
36	Nor-Occidental	A12	El Ángel	18N 0180712	74290	3700 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
37	Nor-Occidental	A13	El Ángel	17N 0083371	79155	3550 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
38	Nor-Occidental	A14	El Ángel	18N 0170954	88717	3900 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
39	Nor-Occidental	A15	El Ángel	18 N 0177694	86542	3650 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
40	Nor-Occidental	A16	El Ángel	18 N 0177702	86304	3550 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
41	Nor-Oriental	B01	La Bretaña	18N 0199488	63999	3600 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
42	Nor-Oriental	B02	La Bretaña	18N 0199589	63958	3600 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
43	Nor-Oriental	B03	La Bretaña	18N 0199477	63895	3600 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
44	Nor-Oriental	B04	La Bretaña	18N 0199678	64005	3700 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
45	Nor-Oriental	B05	La Bretaña	18N 0199778	64055	3700 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
46	Nor-Oriental	B06	La Bretaña	18N 0199476	64018	3700 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
47	Nor-Oriental	B07	La Bretaña	18N 0200213	64135	3800 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
48	Nor-Oriental	B08	La Bretaña	18N 0200201	64146	3800 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”

#	Cordillera	Transecto	Localidad	X	Y	Altura	Tipo de Ecosistema
49	Nor-Oriental	B09	La Bretaña	18N 0200227	64123	3800 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
50	Nor-Oriental	B10	La Bretaña	18N 0201120	64833	3900 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
51	Nor-Oriental	B11	La Bretaña	18N 0201126	64845	3900 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
52	Nor-Oriental	B12	La Bretaña	18N 0201138	64849	3900 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
53	Nor-Oriental	B13	La Bretaña	18N 0201652	65763	4000 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
54	Nor-Oriental	B14	La Bretaña	18N 0201663	65785	4000 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”
55	Nor-Oriental	B15	La Bretaña	18N 0201673	65965	4000 msnm.	Rosetal caulescente” o “Herbazal del Páramo de frailejones”

ANEXO 2.



Páramos del Volcán Chiles. Localidad ubicada en el límite fronterizo con Colombia, presente en la cordillera occidental en los Andes norte de la provincia del Carchi, Ecuador.

ANEXO 3.



Páramos de la Reserva Ecológica “El Ángel”. Lagunas del Voladero, localidad presente en la cordillera occidental en los Andes norte de la provincia del Carchi, Ecuador.

ANEXO 4.



Páramos de la Reserva Biológica “La Bretaña”. El Valle de los frailejones, localidad presente en la cordillera oriental en los Andes norte de la provincia del Carchi, Ecuador.

ANEXO 5.



Puya clava-herculis. Especie vulnerable VU B1 ab (iii), aquí destaca su inflorescencia de 1, a 1,25 m de altura, pero muy amplia en su ápice con hasta 20 cm de diámetro. Las flores de esta especie se esconden entre su densa capa de tricomas. Esta especie está localizada en la Reserva Ecológica “El Ángel”, en los Andes norte occidentales de la provincia del Carchi (Missouri Botanical Garden, 2002; UICN, 2012).

ANEXO 6.



Puya hamata. Especie en preocupación menor (LC), aquí destaca su inflorescencia de 2 a 4 m de altura. Flores con pétalos azules muy visibles. Esta especie es la bromelia más grande del Ecuador y está localizada en las tres localidades del presente estudio, en los Andes norte occidentales y orientales de la provincia del Carchi (Missouri Botanical Garden, 2002; UICN, 2012).

ANEXO 7.



Puya longispina. Destaca su inflorescencia de 0,80 a 1 m de altura con abundantes tricomas. Especie endémica y vulnerable (VU D2) con pequeñas flores violetas o turquesas. Esta especie está localizada en las tres localidades del presente estudio, en el límite superior de los Andes norte occidentales y orientales de la provincia del Carchi (Missouri Botanical Garden, 2002; León-Yáñez et al. 2011; UICN, 2012).

ANEXO 8.

A. Reducción del tamaño poblacional. Reducción del tamaño de la población basada en cualquiera de los subcriterios A1 a A4. El nivel de reducción se mide considerando el período más largo, ya sea 10 años o 3 generaciones.

	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
A1	≥ 90%	≥ 70%	≥ 50%
A2, A3 & A4	≥ 80%	≥ 50%	≥ 30%
<p>A1 Reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida o sospechada, en el pasado donde las causas de la reducción son claramente reversibles Y entendidas y conocidas Y han cesado.</p> <p>A2 Reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida o sospechada, en el pasado donde las causas de la reducción pudieron no haber cesado O no ser entendidas y conocidas O no ser reversibles.</p> <p>A3 Reducción del tamaño de la población que se proyecta, se infiere o se sospecha será alcanzada en el futuro (hasta un máximo de 100 años) [(a) no puede ser usado].</p> <p>A4 Reducción del tamaño de la población observada, estimada, inferida, proyectada o sospechada donde el período de tiempo considerado debe incluir el pasado y el futuro (hasta un máx. de 100 años en el futuro), y donde las causas de la reducción pueden no haber cesado O pueden no ser entendidas y conocidas O pueden no ser reversibles.</p>	<p>Con base en y especificando cualquiera de los siguientes puntos:</p>		<p>(a) observación directa [excepto A3]</p> <p>(b) un índice de abundancia apropiado para el taxón</p> <p>(c) una reducción del área de ocupación (AOO), extensión de presencia (EEO) y/o calidad del hábitat</p> <p>(d) niveles de explotación reales o potenciales</p> <p>(e) como consecuencia de taxones introducidos, hibridación, patógenos, contaminantes, competidores o parásitos</p>

B. Distribución geográfica representada como extensión de presencia (B1) Y/O área de ocupación (B2)

	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
B1. Extensión de presencia (EEO)	< 100 km ²	< 5.000 km ²	< 20.000 km ²
B2. Área de ocupación (AOO)	< 10 km ²	< 500 km ²	< 2.000 km ²
Y por lo menos 2 de las siguientes 3 condiciones:			
(a) Severamente fragmentada, O Número de localidades	= 1	≤ 5	≤ 10
(b) Disminución continua observada, estimada, inferida o proyectada en cualesquiera de: (i) extensión de presencia; (ii) área de ocupación; (iii) área, extensión y/o calidad del hábitat; (iv) número de localidades o subpoblaciones; (v) número de individuos maduros			
(c) Fluctuaciones extremas en cualesquiera de: (i) extensión de presencia; (ii) área de ocupación; (iii) número de localidades o subpoblaciones; (iv) número de individuos maduros			

C. Pequeño tamaño de la población y disminución.

	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
Número de individuos maduros	< 250	< 2.500	< 10.000
Y por lo menos uno de C1 o C2			
C1. Una disminución continua observada, estimada o proyectada (hasta un máximo de 100 años en el futuro) de al menos:	el 25% en 3 años o 1 generación (lo que fuese más largo)	el 20% en 5 años o 2 generaciones (lo que fuese más largo)	el 10% en 10 años o 3 generaciones (lo que fuese más largo)
C2. Una disminución continua observada, estimada, proyectada o inferida Y por lo menos 1 de las siguientes 3 condiciones:			
(a) (i) Número de individuos maduros en cada subpoblación	≤ 50	≤ 250	≤ 1.000
(ii) % de individuos en una sola subpoblación =	90–100%	95–100%	100%
(b) Fluctuaciones extremas en el número de individuos maduros			

D. Población muy pequeña o restringida

	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
D. Número de individuos maduros	< 50	< 250	D1. < 1.000
D2. Solo aplicable a la categoría VU Área de ocupación restringida o bajo número de localidades con una posibilidad razonable de verse afectados por una amenaza futura que podría elevar al taxón a CR o EX en un tiempo muy corto.	-	-	D2. típicamente: AOO < 20 km ² o número de localidades ≤ 5

E. Análisis Cuantitativo

	En Peligro Crítico	En Peligro	Vulnerable
Indica que la probabilidad de extinción en estado silvestre es:	≥ 50% dentro de 10 años o 3 generaciones, lo que fuese más largo (100 años max.)	≥ 20% dentro de 20 años o 5 generaciones, lo que fuese más largo (100 años max.)	≥ 10% dentro de 100 años

Vulnerabilidad. Criterios para la inclusión de las especies del género *Puya* en las categorías de vulnerabilidad descritas (UICN, 2012).

ANEXO 9.

DIAGRAMAS DE LA PARTE BAJA DEL GRADIENTE ALTITUDINAL DEL VOLCÁN CHILES, “EL ÁNGEL” Y “LA BRETAÑA”

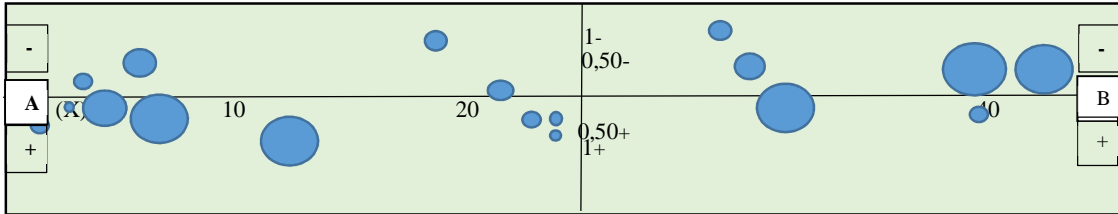


Diagrama de la parte baja del gradiente altitudinal del “Volcán Chiles”

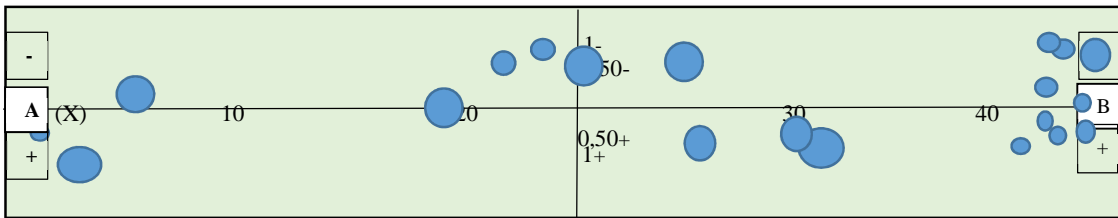


Diagrama de la parte baja del gradiente altitudinal “El Ángel”

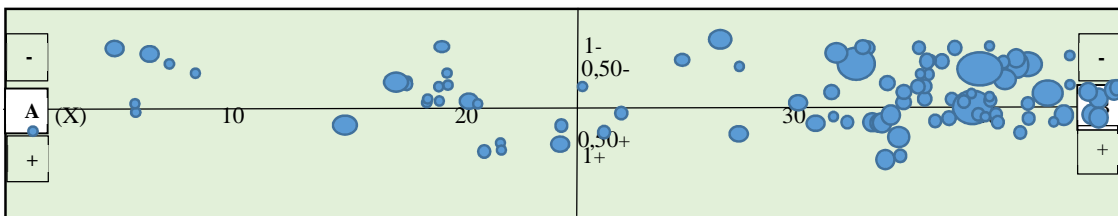


Diagrama de la parte baja del gradiente altitudinal de “La Bretaña”

Los círculos de color azul representan los individuos de *Puya hamata*, en cada una de las localidades con su respectivo diámetro a escala.

ANEXO 10.

DIAGRAMAS DE LA PARTE MEDIA DEL GRADIENTE ALTITUDINAL DEL VOLCÁN CHILES, “EL ÁNGEL” Y “LA BRETAÑA”

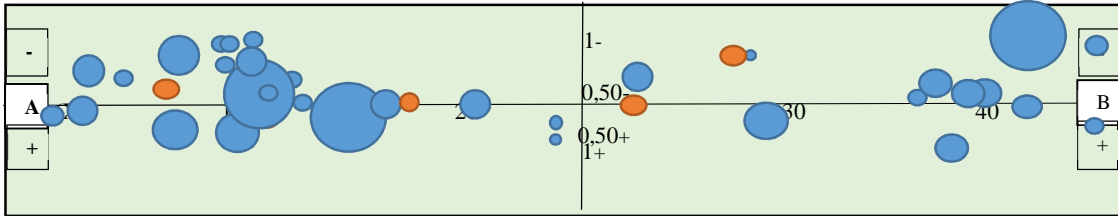


Diagrama de la parte media del gradiente altitudinal del “Volcán Chiles”

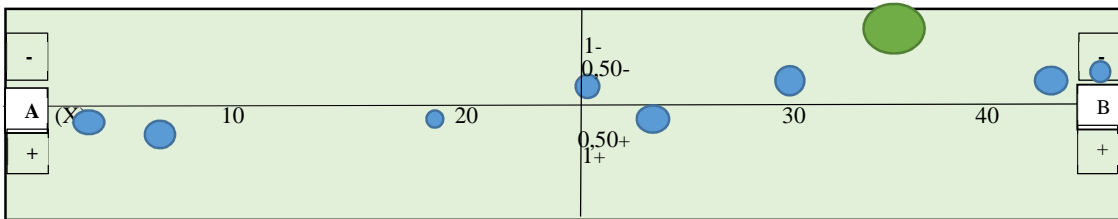


Diagrama de la parte media del gradiente altitudinal de “El Ángel”

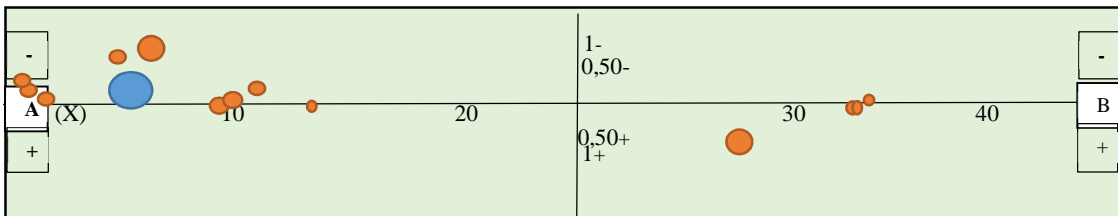


Diagrama de la parte media del gradiente altitudinal de “La Bretaña”

Los círculos de color azul representan los individuos de *Puya hamata*. Los círculos de color anaranjado representan los individuos de *Puya longispina*. Los círculos de color verde representan los individuos de *Puya clava-herculis*, todos con la proporción de su respectivo diámetro a escala.

ANEXO 11.

DIAGRAMAS DE LA PARTE ALTA DEL GRADIENTE ALTITUDINAL DEL VOLCÁN CHILES, “EL ÁNGEL” Y “LA BRETAÑA”

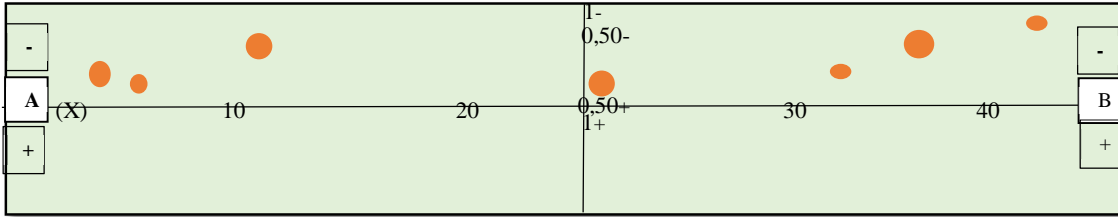


Diagrama de la parte alta del gradiente altitudinal del “Volcán Chiles”

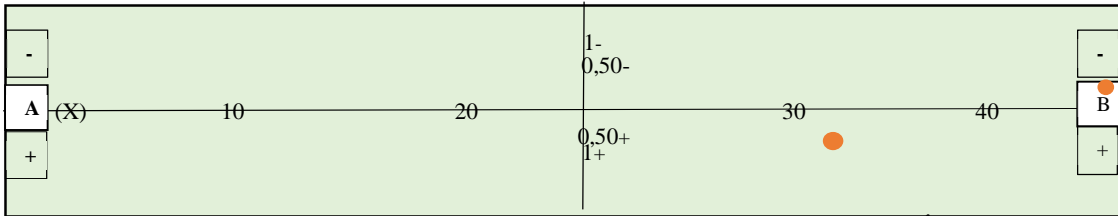


Diagrama de la parte alta del gradiente altitudinal de “El Ángel”

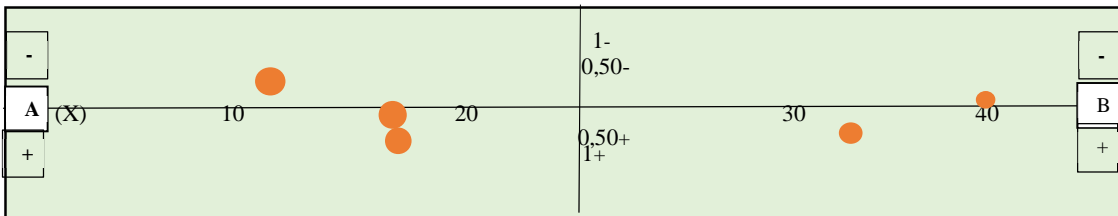




Diagrama de la parte alta del gradiente altitudinal de “La Bretaña”

Los círculos de color anaranjado representan los individuos de *Puya longispina*, todos con la proporción de su respectivo diámetro.

ANEXO 12.

 **Ministerio del Ambiente**

 **GOBIERNO NACIONAL DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**

Oficio Nro. MAE-DPAC-2015-0290
Tulcán, 10 de abril de 2015

Biólogo
Juan Eduardo Yépez Cadena
En su Despacho


DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DEL CARCHI
AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA
N° MAE-DPAC-UPN-BD-IC-FLO-2015-004 Fecha: 10 de abril de 2015
FLORA X FAUNA

El Ministerio del Ambiente, en uso de las atribuciones que le confiere la Codificación a la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre autoriza a: Juan Eduardo Yépez Cadena de nacionalidad ecuatoriana con cédula de ciudadanía N° 1717914194; Patricia Maribel Gutiérrez Salazar de nacionalidad ecuatoriana con cédula de ciudadanía N° 1718427220 y Paul Michael Ramsay de nacionalidad británica con pasaporte N° 209044578, para que lleven a cabo la investigación "Ecología de plantas claves en relación a la altitud y el fuego de los páramos de Carchi"


De acuerdo a las siguientes especificaciones:


1. Solicitud de: Biólogo Juan Yépez Representante de la Reserva Biológica La Bretaña
2. Valoración técnica del proyecto: Ing. Demisía Ponce Portilla
3. Auspicio de Institución Científica Extranjera: Universidad de Plymouth
4. Auspicio de Institución Científica Nacional: Universidad Politécnica Salesiana
5. Contraparte de Universidad Politécnica Salesiana: Patricia Maribel Gutiérrez Salazar
6. Contraparte del Ministerio del Ambiente: Ing. Patricio Tobar Responsable de Patrimonio Natural
7. Complementos Autorizados de la Investigación: Colección de Muestras Botánicas
8. En flora se colectarán: 30 muestras
9. Duración: Abril del 2015 al 30 de Abril del 2016
10. Obligaciones del investigador : SE COMPROMETE A DEPOSITAR DUPLICADOS DE LAS COLECCIONES DE ESTA INVESTIGACIÓN EN UNA UNIDAD DE MANEJO AUTORIZADA POR EL MINISTERIO DEL AMBIENTE: HERBARIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA; SE COMPROMETE A ENTREGAR DOS COPIAS AL MINISTERIO DEL AMBIENTE EN ESPAÑOL, IMPRESO Y DIGITAL EN FORMATO PDF: ENTREGAR LA LOCALIZACIÓN EXACTA DE LOS ESPECIMENES COLECTADOS U OBSERVADOS, UNA COPIA DE LAS FOTOGRAFÍAS QUE FORMEN PARTE DE LA INVESTIGACIÓN EN FORMATO DIGITAL AL MINISTERIO DEL AMBIENTE, SOCIALIZAR LA INVESTIGACIÓN DE ACUERDO A LO QUE DISPONGA LA DIRECCIÓN PROVINCIAL AMBIENTAL Y CUMPLIR CON TODOS LOS REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS POR NUMERALES EN LA PARTE POSTERIOR DE ESTA AUTORIZACIÓN.
11. El Plazo de entrega del informe final vence el 30 de abril del 2016
12. Del cumplimiento de las obligaciones dispuestas en el párrafo anterior se responsabiliza a Juan Eduardo Yépez Cadena, Patricia Maribel Gutiérrez y Paul Michael Ramsay

Atentamente,


Srta. Ing. Jeny Maribel Chala Ogonaga
DIRECTORA PROVINCIAL DEL AMBIENTE DEL CARCHI

Referencia:
- MAE-DPAC-2015-0319

 **Ministerio del Ambiente**
DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL CARCHI

 **Dirección Provincial Ambiental del Carchi**
BIODIVERSIDAD

Papel Ecológico


DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DEL CARCHI
Av. 10 de Agosto A. 000 entre Caden y Olmedo, Segundo Piso, Oficina 209
Tulcán - Ecuador
Código Postal: 040102
Teléfono: (083 6) 2800 484 - 2801104
www.parcarchi.gob.ec


1/2

* Documento generado por Outlook

Autorización de investigación del Ministerio del Ambiente de Ecuador. N.-MAE-DPAC-UPN-BD-IC-FLO-2015-004 del 10 de abril del 2015. De la Dirección Provincial de Ambiente del Carchi al presente proyecto.

ANEXO 13.


Ministerio del Ambiente


DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DEL CARCHI

Oficio Nro. MAE-DPAC-2016-0028
Tulcán, 18 de enero de 2016

Biólogo
 Juan Eduardo Yépez Cadena
 En su Despacho

DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DEL CARCHI
GUÍA DE MOVILIZACIÓN DE ESPECÍMENES DE FLORA Y FAUNA SILVESTRES
N° MAE-DPAC-UPN-BD-GM/FLO-2016-001


Fecha de emisión: Tulcán, 18 de enero del 2016.
Fecha de movilización: 26 de enero del 2016. **Válido hasta:** 26 de enero del 2016, 24h00.
 La Dirección Provincial del Ambiente del Carchi, Autoriza a: Juan Eduardo Yépez Cadena, con cédula de ciudadanía N° 171791419-4, de nacionalidad ecuatoriana, la movilización de especímenes de Flora, desde la ciudad de Tulcán, cantón Tulcán, provincia del Carchi, hacia las instalaciones del Herbario Nacional del Ecuador, ciudad de Quito, provincia de Pichincha, de acuerdo a la siguiente lista:


CUPO ASIGNADO	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMUN	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
DESDE MAE-DPAC-UPN-BD-IC-FLO-2015-004-001 HASTA MAE-DPAC-UPN-BD-IC-FLO-2015-004-030	Bromeliaceae	Peña sp.	Achupalla	Muestras de flora en alcohol	30
TOTAL					30

Observaciones:
 Los especímenes o elementos constitutivos se movilizarán en:

TIPO DE TRANSPORTE	VEHÍCULO	PLACA	COLOR	CONDUCTOR	CÉDULA
Terrestre privado	Chevrolet Trooper	PNP-238	Platacido	Andrés Laguna	0401571526

Los especímenes van en calidad de:
 Traslado a Unidad de Manejo (X) Nombre: Herbario Nacional del Ecuador
 Investigación (X) Nombre: "Ecología de plantas claves en relación a la altitud y el fuego en los páramos de Carchi" N° MAE-DPAC-UPN-BD-IC-FLO-2015-004

Atestamento.

 Sra. Ing. Jenny Maribel Chafá Ogonaga
DIRECTORA PROVINCIAL DEL AMBIENTE DEL CARCHI


Ministerio del Ambiente
DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL CARCHI

Referencias:
 - MAE-DPAC-2016-0017

dp

DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE DEL CARCHI
 Av. 12 de Agosto 4-123 entre Cacha y Orosabi, Segundo Piso, Oficina 201
 Tulcán - Ecuador
 Código Postal: 080101
 Teléfono: (08) 21-2881122 - 2881123

Guía de Movilización del Ministerio del Ambiente de Ecuador. N.-MAE-DPAC-UPN-BD-GM/FLO-2016-001 del 18 de enero del 2016. De muestras botánicas desde la provincia del Carchi, hacia el Herbario Nacional del Ecuador (QCNE) en la ciudad de Quito.

ANEXO 14.



Certificado de ingreso de muestras botánicas al Herbario Nacional del Ecuador (QCNE). Se ingresaron las muestras el género *Puya* con códigos del colector desde la 2037 a la 2043, el 13 de octubre del 2016. De los páramos de la provincia del Carchi, descritos en esta investigación.

ANEXO 15.



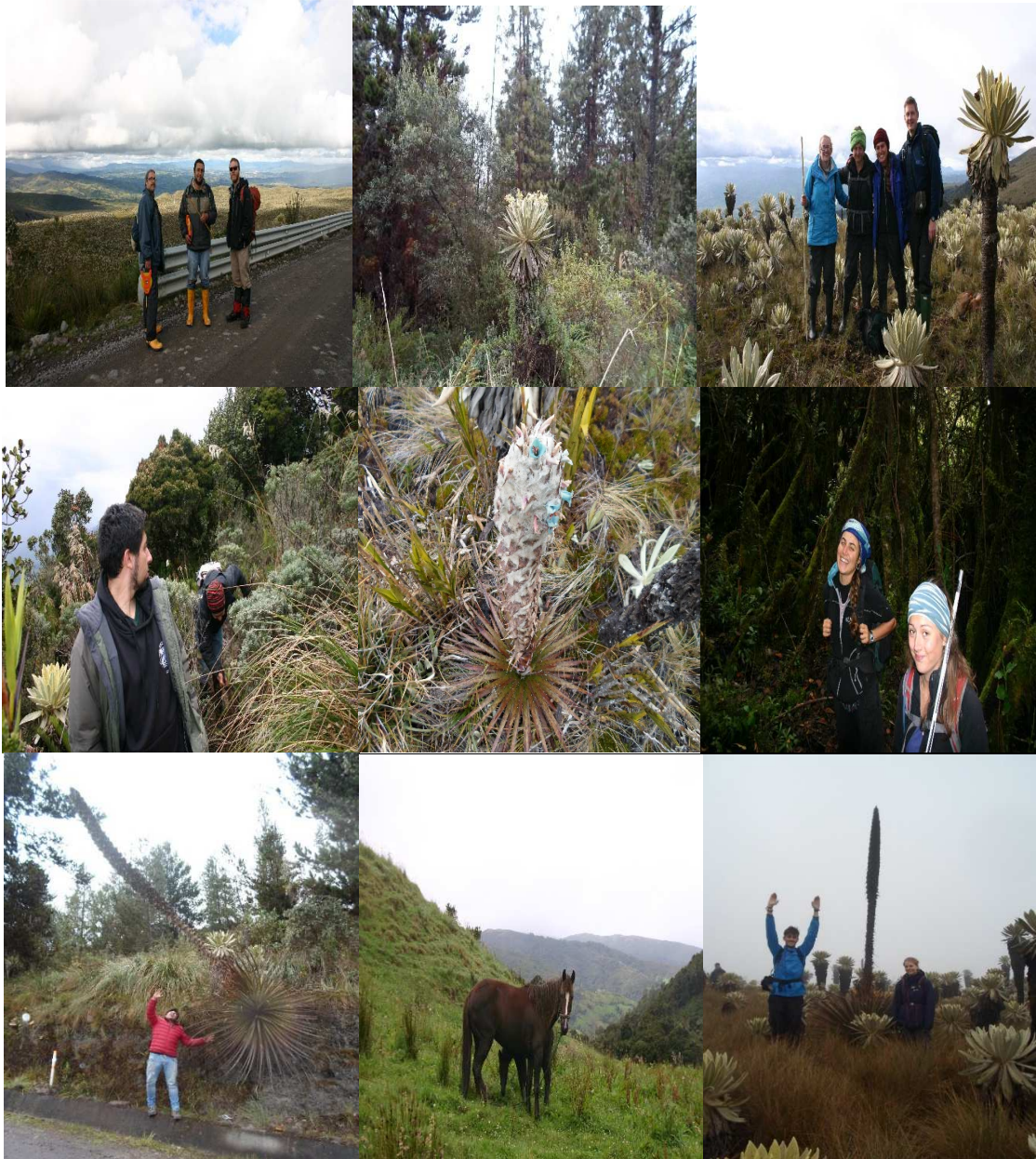
Levantamiento de información de campo. Aquí se observa a la toma de datos de campo dentro de los transectos de 50 x 2 m de las tres localidades de la presente investigación.

ANEXO 16.



Levantamiento de información isotérmica. Aquí se observa la recuperación de Data Loggers en los páramos de La Reserva Biológica “La Bretaña” y la Reserva Ecológica “El Ángel”.

ANEXO 17



Equipos de trabajo en el levantamiento de información de campo. Aquí los grupos participantes en el levantamiento de información de campo. De la Maestría en Biología de la Conservación (MBC) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) en el 2014, de la Universidad de Plymouth de Inglaterra en el 2015 y 2016 y de la Universidad Central del Ecuador (UCE) en el 2016.

DECLARACIÓN DE AUTORIZACIÓN

Yo Juan Eduardo Yépez Cadena, con CI. 1717914194 autor del trabajo de graduación intitulado: **“Ecología del género *Puya* (Bromeliaceae) en páramos del Volcán Chiles, de la Reserva Ecológica El Ángel y la Reserva Biológica “La Bretaña”, Andes orientales y occidentales del norte de Ecuador”**, previa a la obtención del grado académico de MAGISTER EN BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales:

- 1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENASCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
- 2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Quito, enero del 2017.

Sr. Juan Eduardo Yépez Cadena.

C.C.1717914194