

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

**Ecología forestal de dos remanentes de Bosque Andino Montano Alto en
el Volcán Ilaló, Pichincha, Ecuador**

**Disertación previa a la obtención del título de Licenciado en Ciencias
Biológicas**

SANTIAGO GABRIEL CURIPOMA HEREDIA

Quito, 2015

Certificación

Certifico que la Disertación de Licenciatura en Ciencias Biológicas, del Sr. Curipoma Heredia Santiago Gabriel ha sido concluida de conformidad con las normas establecidas; por lo tanto, puede ser presentada para la calificación correspondiente.

Lcdo. Álvaro Pérez C.

Director de Disertación

A Dios,

A mis padres,

A mis hermanos, familia y

A mí estimada PUCE

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar todo mi eterno agradecimiento a Dios por permitirme culminar mis estudios y mi carrera universitaria con éxito.

A mis padres por toda su paciencia, confianza y cariño que han tenido conmigo; y su apoyo incondicional para terminar este proyecto. También a mis hermanos y familia por su ayuda y su afecto para terminar mi carrera profesional.

A mi Director de Tesis, Lcdo. Álvaro Pérez por su persistencia, sugerencias y consejos muy útiles para terminar esta tesis. De igual manera a la Lcda. Daniela Cevallos por toda su ayuda y paciencia

A mis lectores de tesis, Dr. Tjitte De Vries, Lcda. Daniela Cevallos y Lcdo. Álvaro Pérez por haberme compartido sus experiencias y comentarios en la corrección de los textos.

A las Comunas “San Francisco de Baños – La Merced” y “Tola Chica” por facilitarme los permisos correspondientes para llevar a cabo el presente proyecto.

Finalmente, un agradecimiento muy especial a la PUCE, por todo lo que me ha brindado, ya que dentro de toda su institución he podido aprender varias cosas muy valiosas e importantes para afrontar la vida como un verdadero profesional.

TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABLAS	XII
LISTA DE ANEXOS	XIII
1. RESUMEN	1
2. ABSTRACT	3
3. INTRODUCCIÓN	5
3.1 Origen del Callejón Interandino	5
3.2 Origen e Historia geológica del Volcán Ilaló	6
3.3 Actividad Volcánica del Ilaló	9
3.4 El Volcán Ilaló y los primeros asentamientos humanos	10
3.5 Flora y Fauna primitiva en el Volcán Ilaló	11
3.6 El Volcán Ilaló y los pueblos primitivos	13
3.7 El Volcán Ilaló y la colonia	15
3.8 El Volcán Ilaló en la actualidad y la importancia de su conservación	17
4. OBJETIVOS	19
4.1 Objetivo General	19

4.2 Objetivos Específicos	19
5. MATERIALES Y MÉTODOS	20
5.1 Área de Estudio	20
5.1.1 Clasificación y Estructura de la Vegetación	20
5.1.2 Clima	22
5.2 Metodología y Recopilación de Datos	22
5.3 Análisis de Datos	22
5.3.1 Composición florística y parámetros para el estudio de cobertura vegetal	22
5.3.2 Diversidad Alfa	26
5.3.2.1 Alfa de Fisher	26
5.3.2.2 Índice de Shannon	27
5.3.2.3 Índice de Simpson	27
5.3.3 Diversidad Beta	28
5.3.3.1 Escalamiento Multidimensional No Métrico	28
5.3.3.2 Análisis de Similitud	29
5.3.3.3 Comparación Alfa entre remanentes	29
5.3.3.4 Análisis Clúster	29

6. RESULTADOS	30
6.1 Composición Florística	30
6.2 Índices Ecológicos	30
6.2.1 Abundancia Relativa	30
6.2.2 Dominancia Relativa	31
6.2.3 Área Basal	31
6.2.4 Índice de Valor de Importancia	32
6.2.5 Perfil de Vegetación	32
6.3 Diversidad Alfa	32
6.3.1 Alfa de Fisher	33
6.3.2 Índice de Shannon	33
6.3.3 Índice de Simpson	33
6.4 Diversidad Beta	34
6.4.1 Escalamiento Multidimensional No Métrico	34
6.4.2 Análisis de Similitud	34
6.4.3 Comparación Alfa	34
6.4.4 Análisis Clúster	35

7. DISCUSIÓN	36
7.1 El Volcán Ilaló y su relación antropogénica	36
7.2 Composición florística	37
7.3 Abundancia y Dominancia	38
7.4 Diversidad Alfa	39
7.5 Diversidad Beta	40
7.6 Alteración del hábitat	42
7.7 Presencia de otros grupos de especies	44
7.8 Transcendencia del Volcán Ilaló	45
7.9 Conservación del Volcán	46
8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
9. LITERATURA CITADA	51
10. FIGURAS	63
11. TABLAS	80
12. ANEXOS	89
DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN	93

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.	Volcán Ilaló.	64
FIGURA 2.	Vista satelital del Volcán Ilaló.	65
FIGURA 3.	Vista panorámica de los remanentes.	66
FIGURA 4.	Número de especies y géneros de las 10 familias más representativas.	67
FIGURA 5.	Número de individuos de las 10 especies más representativas del remanente 1.	67
FIGURA 6.	Número de individuos de las 10 especies más representativas del remanente 2.	68
FIGURA 7.	Comparación de porcentajes de dominancia entre los remanentes.	69
FIGURA 8.	Perfil de vegetación.	70
FIGURA 9.	Índices de biodiversidad del remanente 1.	71
FIGURA 10.	Índices de biodiversidad del remanente 2.	72
FIGURA 11.	Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico.	73
FIGURA 12.	Índices de diversidad entre remanentes.	74
FIGURA 13.	Análisis Clúster.	75
FIGURA 14.	Especies representativas del remanente 1.	76

FIGURA 15.	Especies representativas del remanente 2.	77
FIGURA 16.	Vista dentro de los remanentes.	78
FIGURA 17.	Especie <i>Chusquea scandens</i> .	79
FIGURA 18.	Cobertura de dosel en el remanente 2.	79

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	Ubicación de los cuadrantes de 10 × 10 m en los remanentes boscosos del Volcán Ilaló.	81
TABLA 2.	Número de especies e individuos registrados en cada cuadrante del remanente 1.	82
TABLA 3.	Número de especies e individuos registrados en cada cuadrante del remanente 2.	83
TABLA 4.	Área Basal de las 10 especies más representativas de los dos cuadrantes.	85
TABLA 5.	IVI de las 10 especies más representativas de los dos cuadrantes.	85
TABLA 6.	Lista de las especies endémicas registradas en los remanentes.	86
TABLA 7.	Nombres comunes y usos de algunas especies encontradas en los remanentes.	86

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1.	Permiso otorgado por la Comuna San Francisco de Baños – La Merced.	90
ANEXO 2.	Permiso otorgado por la Comuna Tola Chica.	91
ANEXO 3.	Permiso de Investigación otorgado por el Ministerio de Ambiente.	92

1. RESUMEN

En el presente estudio se evaluó el grado de alteración antropogénica de dos remanentes de Bosque Andino Montano Alto. Ambos localizados en la parte superior del Volcán Ilaló (3 190 m s.n.m.), y que pertenecen a las Comunas de San Francisco de Baños - La Merced y Tola Chica.

En cada remanente se establecieron 10 cuadrantes de 10×10 m (0,2 Ha), y se midieron todos los individuos con un DAP $>2,5$ cm.

Se identificaron 40 especies florísticas entre los dos remanentes y se observó una clara dominancia de *Oreopanax ecuadorensis* (38,3% en el remanente 1 y 42,6% en el remanente 2), seguido de *Vallea stipularis* y *Geissanthus pichincha* para ambos remanentes. Esta relación también se evidenció en los valores más altos de área basal donde *Oreopanax ecuadorensis* presentó cifras entre 0,85 y 0,62 m² y de igual forma con un IVI con porcentajes entre 17% y 19%.

Los índices, alfa de Fisher, Shannon y Simpson, usados para medir la diversidad alfa, no reflejaron diferencias significativas para la conformación vegetativa de los cuadrantes. De igual manera los análisis de NM-MDS (stress = 0,198) y ANOSIM (R = -0,029; p = 0,651), utilizados para medir la diversidad beta, no revelaron diferencias significativas entre los dos remanentes, sugiriendo una composición vegetal continua hace algún tiempo atrás. Por otro lado se encontraron tres especies del género *Myrcianthes*, lo que sugiere que el Volcán Ilaló estuvo algún día cubierto por una densa capa de vegetación con algunas especies de este género.

Se recomienda promover el cuidado y el manejo adecuado de los remanentes presentes en la parte alta del Volcán Ilaló, ya que son los únicos relictos de bosque nativo de buen tamaño que se pueden encontrar en este volcán.

PALABRAS CLAVE: Alteración antropogénica, Diversidad, Estructura florística, Remanentes boscosos, Volcán Ilaló.

2. ABSTRACT

The aim of this study is to evaluate the degree of anthropogenic disturbance in two forest remnants; both classified as High Montane Andean Forest. They are located on summit of Ilaló Volcano (3 190 m a.s.l.) and belong to Comunas of San Francisco de Baños – La Merced and Tola Chica.

Ten quadrants (10 × 10 m [0,2 ha]) were established in each remnant, and they were considered all individuals with DAP >2,5 cm.

A total of 40 species were identified on both remnants and we observed a clear dominance of *Oreopanax ecuadorensis* (38,3% in remnant 1 and 42,6% in remnant 2), followed by *Vallea stipularis* and *Geissanthus pichincha* for both remnants. This relationship was also demonstrated in the highest values of basal area, where *Oreopanax ecuadorensis* reached 0.85 and 0.62 m², respectively, and in the same way with an IVI of 17% and 19% for each remnant.

The Fisher's alpha, Shannon and Simpson index, used to measure alpha diversity, showed no significant differences for the vegetative composition of quadrants. In the same way the NM-MDS (stress = 0,198) and ANOSIM (R = -0,029; p = 0,651) analysis, used to measure beta diversity, showed no significant differences between both remnants, suggesting a continuous forest formation a long time ago. On the other hand three species were found of the genus *Myrcianthes*, which confirms the fact that probably the Ilaló Volcano was someday covered by dense layer of vegetation with some species of this genus.

It is recommended to promote conservation and management of remnants present on summit of Ilaló Volcano, since they are the only relict of native forest of good size that can be found in this volcano.

KEY WORDS: Anthropogenic disturbance, Diversity, Floristic structure, Forested remnants,
Ilaló Volcano.

3. INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la humanidad, los seres humanos hemos estado ligados muy estrechamente con nuestro medio ambiente, ya que de él nos hemos servido para obtener la materia prima que nos ha permitido fabricar herramientas y demás artículos.

Pero el desarrollo antropogénico ha estado ligado íntimamente con la utilización de suelos y/o zonas con presencia de vegetación primaria. Para el caso del Ecuador la deforestación para dar lugar a zonas agrícolas ha sido un suceso ampliamente conocido y muy visible. Por ejemplo, para el año de 1 988 se calculaba una ocupación alrededor de 140 000 ha de bosque nativo en el callejón interandino (Barrera *et al.*, 1993).

3.1 ORIGEN DEL CALLEJÓN INTERANDINO

La última glaciación conocida en el mundo como Glaciación de Würm se cree que comenzó hace cerca de 1 millón de años y disminuyó totalmente hace 12 000 años (Aspiazu *et al.*, 2004).

Con respecto a las glaciaciones, estudios realizados en el Ecuador sugieren que para finales de la era terciaria y principios de la cuaternaria se produjeron cuatro glaciaciones separadas cada uno por tres periodos interglaciales con un clima cálido, estos periodos glaciares han sido clasificados como: Glaciación Ayaurquense, Glaciación Guapulense, Glaciación Abraspunguense y Glaciación Quitense (Aspiazu *et al.*, 2004).

El inicio de la formación de la región Interandina está ubicada dentro del Mesozoico y Mio-Plioceno, por lo tanto su origen se remonta mucho tiempo atrás antes del periodo glacial de Würm, siendo caracterizados por ser rellenos sedimentarios de edad Mioceno hasta el Holoceno (Villareal, 2006). Algunos investigadores manifiestan que la edad más antigua de

los valles interandinos podría estar cerca a los 6 millones de años, por lo que los volcanes que se encuentran dentro de los valles interandinos comúnmente son viejos e inactivos (Villareal, 2006); como ejemplo el Volcán Ilaló pudo haber recibido la acción directa de las glaciaciones, es decir erosión glaciaria (López, 1985).

El Callejón Interandino debido a sus condiciones climáticas y geomorfológicas proporcionó las condiciones necesarias para el asentamiento de las primeras poblaciones humanas, se estima que el inicio de los asentamientos humanos en el Ecuador se produce una vez que la última glaciación estaba en un proceso de retroceso, en el callejón interandino, esto fue hace 18 000 a.C., por migraciones provenientes de Asia ya que al retroceder los glaciares iban apareciendo grandes planicies o valles con gran diversidad de organismos (Sistemas de Educación Intercultural Bilingüe, 2011).

3.2 ORIGEN E HISTORIA GEOLÓGICA DEL VOLCÁN ILALÓ

El Volcán Ilaló se encuentra ubicado dentro de la Hoya de Guayllabamba, esta hoya comprende un territorio aproximado de 6 270 km², delimitado al norte por el nudo de Mojanda-Cajas (Cayambe-Pululahua), al oeste y este las Cordilleras Occidental y Oriental, respectivamente, y al sur el nudo de Tiopullo (Cotopaxi-Ilinizas) (Marín de Terán y Martínez, 2005). La componen un total de nueve volcanes (Pululahua, Cotopaxi, Pichincha, Corazón, Ilinizas, Atacazo, Cayambe, Puntas, Sincholagua, Pasochoa y el Ilaló) (Marín de Terán y Martínez, 2005).

Toda la hoya comprende una variación de altura desde los 5 790 m s.n.m. (Volcán Cayambe) hasta los 2 000 m s.n.m. (valle interandino), toda esta variación hace que se presenten una amplísima variedad de microclimas, lo que ha generado una alta biodiversidad de especies (Marín de Terán y Martínez, 2005).

El Volcán Ilaló tuvo su origen en la época del Holoceno (Plio-Pleistoceno Inferior), como lo confirma una datación radimétrica realizada en una lava del Ilaló y que estima su edad en 1.62 millones de años (Cornejo, 1983; Salazar, 1979; Sauer, 1965; Vuilleumier, 1971).

Al Volcán Ilaló se lo clasifica como de tipo estrato volcán, de cono imperfecto, formado principalmente por lavas y brechas, y además se encuentra en el interior del graben interandino (valle) al igual que los volcanes Pasochoa y Rumiñahui, con los que presenta una relación geológica, química y morfológica muy estrecha (Cornejo, 1983; Villareal, 2006) (Figura 1).

El diámetro de la base del Volcán Ilaló es de aproximadamente 8 km (Hall, 1977), y la diferencia de altura entre la base y el cono es de aproximadamente 690 m (Cornejo, 1983). Se sugiere que el Volcán presentó una Fase de Colapso en donde se formó una caldera de 15-20 km de diámetro hacia el lado oeste (Olade, 1980).

Dentro de las fases de formación del volcán se menciona que el Volcán Ilaló ha tenido tres fases tectónicas, la primera tiene un carácter de tipo tensional, siendo la fase más antigua con fracturas en sentido norte-sur y pocas en sentido este-oeste; la segunda fase es de tipo compresional originando fracturas en sentido noroeste-sureste y noreste-suroeste, y finalmente la tercera fase que correspondería al evento más joven y que fue de tipo tensional (Villareal, 2006).

El periodo de formación del Volcán Ilaló pudo haber sido de la siguiente manera: formación del Volcán Ilaló, Erosión Glaciar, Acumulación de Cangahua, Acumulación y formación del Chiche, Erosión, Acumulación de Cangahua II, Erosión, Acumulación de Cangahua 3, Erosión, Erosión y formación del suelo actual (López, 1985). Este hecho es corroborado por otros investigadores que mencionan la aparición de afloramientos de material

volcánico de composición andesítica en las riveras del río San Pedro, que muy probablemente pudiesen provenir de la actividad del Volcán Ilaló estimando una edad de $0,81 \pm 0,04$ millones de años, encajando en el periodo Pleistoceno Medio, estos afloramientos presentan un espesor de 200 m hacia el sur del río San Pedro y unos 60 m de espesor hacia el norte del mismo río (Villareal, 2006).

Con respecto a la morfología del Volcán Ilaló se deduce que se trata de una estructura antigua y que en la actualidad ha sido cubierta por depósitos jóvenes, por lo tanto la constitución fundamental del Volcán Ilaló es más antigua (López, 1985). El Volcán Ilaló también ha presentado fuerte erosión fluvial y por la erosión tan fuerte que ha sufrido el volcán se puede deducir su antigüedad (López, 1985).

El establecimiento de condiciones adecuadas para el asentamiento de flora y fauna en las estribaciones del Volcán Ilaló pudieron ser las óptimas gracias al retiro de los glaciares o las nieves perpetuas, que empezaron hace 16 700 años a.C. y que pudieron haber llegado hasta los 700 a 1 600 m s.n.m. (Sauer, 1965; Vuilleumier, 1971; Salazar, 1979). De esta manera Bonifaz, (1979) sugiere que el Volcán Ilaló, una vez culminado el proceso de desglaciación, pudo haber estado cubierto por pajonales con algunos parches de arbustos y con condiciones de precipitación elevada. Ya que el periodo cuaternario se caracterizó por grandes cambios climáticos alternando periodos de clima frío con periodos de clima templado, con la alternación de los glaciares (López, 1985). Además la conformación geológica del volcán hace prever que se trata de una actividad volcánica reciente, ya que existen afloraciones de rocas de tipo Plio-Cuaternarias, también evidenciando la presencia de depósitos coluviales, cangahua y andesita (Carrera y Mosquera, 1997).

Otro hecho importante a mencionar es que existieron otros eventos volcánicos después de la formación del Volcán Ilaló, así se pudo evidenciar en el estudio de una capa de cangahua

ca. 1,5 m de espesor de origen eólico (más antigua) (López, 1985), por otro lado en las riveras del río Chiche se han encontrado afloramiento de material clástico con posible origen en los volcanes Cotopaxi, Pasochoa y Rumiñahui (Villareal, 2006).

También en el lado oeste del Volcán Ilaló hay evidencia de lahares producto del desprendimiento de hielo del Volcán Cotopaxi con un espesor de 1-4 m, producto de una de sus últimas erupciones (Villareal, 2006). Por otro lado, se conoce que los flujos encontrados en el río Chiche son mucho más jóvenes que la edad estimada del Volcán Ilaló, ya que la edad estimada de estos flujos es de 1,6 a 1 millones de años (Villareal, 2006).

3.3 ACTIVIDAD VOLCÁNICA DEL ILALÓ

Se sostiene que la mayor actividad volcánica en el Ecuador pudo haber iniciado en el cuaternario (Wolf, 1892). Además algunos investigadores sostienen que el Volcán Ilaló no es más que una acumulación de lavas ecoriáceas o el producto de una serie de lavas superpuestas (Wolf, 1892). Se ha establecido la edad de 1.6 millones de años sobre la última erupción de este volcán (Olade B, 1980).

El Volcán Ilaló se encuentra en una zona de alta actividad volcánica, al lado Este y Sur-Este del Volcán Ilaló se evidencia residuos de actividad volcánica del Volcán Antisana, posiblemente correspondiente al año de 1 700, mientras al lado Oeste del Volcán Ilaló existe evidencia de productos volcánicos de actividad reciente del Volcán Pululahua y del Atacazo hace 2 300 y 2 000 a.C. y del Volcán Pichincha (Cornejo, 1983).

Pero se puede deducir de presencia de actividad volcánica por la manifestación de hasta 14 sitios en donde se encuentran aguas termales (Rodríguez y Vallejo, 2007). Las temperaturas de las aguas termales oscilan entre 20 a 35°C y parecen ser originarios de algunas fallas que van en dirección Norte-Sur y Norte-Este (Olade C, 1980) e inclusive se han

encontrado aguas termales con temperaturas de hasta de 40°C en algunos pozos someros a una profundidad de 100 a 120 m (Olade B, 1980).

Se ha podido establecer un centro de actividad volcánica de interés en el lado Sur-Este del Volcán Ilaló (Proyecto Geotérmico) (Olade, 1980). Por otro lado se menciona la existencia de un flujo de lava mucho más reciente (por el flanco Sur-Oeste), probablemente originaria de una falla en sentido Norte-Este y Sur-Oeste, la misma que no presenta una erosión fluvial o eólica reciente (Olade B, 1980).

En la actualidad una buena parte de la superficie del Volcán Ilaló está cubierta por Cangahua. A la cangahua (toba) se la puede definir como un depósito eólico (Estrella *et al.*, 1983) o también comprende piroclastos de origen, edad y de composición diferente (Olade C, 1980). Este material cubre la superficie preexistente de forma periclinal, es decir, el depósito de este material ocurre a lo largo de largos lapsos de tiempo, llegando a espesores de 30 a 100 metros en algunos sitios (Estrella *et al.*, 1983).

Tanto en los valles de Tumbaco y Chillos la cangahua encontrada corresponde a depósitos jóvenes mientras que en los flancos del Volcán Ilaló existe evidencia de depósitos jóvenes y antiguos (Estrella *et al.*, 1983), hay que destacar que mientras más endurecida la cangahua es más antigua (Estrella *et al.*, 1983).

3.4 EL VOLCÁN ILALÓ Y LOS PRIMEROS ASENTAMIENTOS HUMANOS

El Volcán Ilaló se encuentra ubicado dentro del Distrito Metropolitano de Quito, y es considerado un divisor natural entre los valles de Tumbaco y Los Chillos (Pazmiño, 2007). El establecimiento de seres humanos en este sitio, es un hecho ampliamente reconocido, algunos autores manifiestan la aparición del hombre en esta zona desde 45 500 años a.C. (Bonifaz,

1979), o la más aceptada que data desde 12 000 a 10 000 años a.C. (Salazar, 1979; Costales, 2006).

En algunas investigaciones se reconoce a la zona del Ilaló como el lugar de los primeros asentamientos humanos hace alrededor de 13 000 a.C. (Sistema de Educación Intercultural Bilingüe, 2011). Por lo que a la primera parte de la historia del hombre en el Ecuador se lo conoce como El Inga, correspondiendo al periodo Pre-Cerámico o Paleoindio (hasta el 2 300 a.C.) (Sistema de Educación Intercultural Bilingüe, 2011).

En relación a huellas de asentamientos humanos en la zona no se han encontrado vestigios de viviendas o asentamientos permanentes, a excepción de cuatro cuevas en la zona de Palugo, pero al parecer fueron utilizadas como zona de paso o descanso (Sistema de Educación Intercultural Bilingüe, 2011).

Los hallazgos encontrados en las inmediaciones del Ilaló parecen sugerir que esta zona estaba densamente poblada, estos datos permitirían deducir que los pobladores se desplazaban anualmente de un lugar a otro ó de un microambiente a otro (Salazar, 1982; 1980). Además la mayor parte de los hallazgos están junto a quebradas o por pequeños caudales de agua (Salazar, 1980).

3.5 FLORA Y FAUNA PRIMITIVA EN EL VOLCÁN ILALÓ

A pesar de que algunos investigadores mencionan que restos importantes, de fauna o flora, son prácticamente inexistentes (Salazar, 1980), se han podido encontrar en los alrededores de la zona de El Inga huesos de mastodonte, camello, caballo y perezosos en las excavaciones que empezaron el 20 de junio de 1 961 hasta el 23 de agosto de 1 961, además los estudios de suelos comprobaron que tanto el suelo como la cangahua tenían un origen volcánico y no se encontraron restos de viviendas, más bien únicamente aglomeraciones de

herramientas de obsidiana, que no se sabe si fueron escondidos intencionalmente o fue producto de las condiciones ambientales que acumularon las herramientas (Bell, 1965).

No se han encontrado pruebas de captura de animales pleistocénicos como mastodontes o milodontes, por lo que se supone que la caza estaba orientada a fauna holocénica (cérvidos andinos) (Salazar, 1995).

Se deduce que, de los animales venidos del gran intercambio biótico, algunas especies pudieron acoplarse a las nuevas circunstancias, por ejemplo se han encontrado dos especies de mastodontes: *Cuvieronius hyodon* y *Stegomastodon waringi* (mastodonte de tierras bajas), que parece ser se pudieron adaptar a las condiciones presentes en los valles interandinos (Román, 2011). Otras especies que pudieron adaptarse a las condiciones que ofrecían los valles interandinos son los perezosos (*Glossotherium wegneri* y *Dasypus* sp.), caballos (*Equus [Amerhippus] andium* (cabeza grande) y *Equus* sp.), que se extinguieron en la última era de hielo, llamas gigantes (*Palaeolama reissi*), el jaguar mucho más grande y fuerte (*Panthera onca andina*), que seguramente merodeaba por los valles interandinos, además otros carnívoros como el tigre dientes de sable (*Smilodon fatalis*), y el lobo andino (*Lycalopex culpaeus*) y ciervos (*Odocoileus virginianus* y *Agalmaceros blick*) (Román, 2011). Además la presencia de huellas de abundantes raíces y estructuras elaboradas por otros organismos como el escarabajo (*Coprinisphaera ecuadoriensis*) (López, 1985).

Al acabar la era del hielo muchos valles eran mucho más fríos y con la mayoría de montañas cubiertas de hielo con bosques llenos de criaturas con diversas formas (Román, 2011).

Con relación a la flora primitiva del lugar se deduce a través de los relictos o remanentes de bosque, que el callejón interandino estuvo cubierto en su gran mayoría por frondosos bosques hasta los 3 200 o 3 400 m s.n.m., estos bosques seguramente tenían una

gran variación debido a los pisos altitudinales, el clima y a las condiciones edáficas (Solís, 1962). Se conoce que en los tiempos de la población de El Inga existían abundantes bosques en las laderas del Volcán Ilaló (Espín, 1997). Los cuales pudiesen haber sido de tipo bosque húmedo montano bajo (Espín, 1997).

En los valles de Guayllabamba y Tumbaco, en el pasado estaban ocupadas por un amplio bosque nativo, de los que se mantienen solamente en quebradas de gran pendiente (Marín y Martínez, 2005). De esta forma también se menciona que los últimos relictos de vegetación nativa de la zona del valle de los Chillos se encuentran en la cima del Volcán Ilaló, en donde además por medio de testimonios orales se hace referencia a la existencia de abundancia de pumas y zorros en el lugar (Hidalgo, 1998).

3.6 EL VOLCÁN ILALÓ Y LOS PUEBLOS PRIMITIVOS

Para el año 4 000 a.C. se presume un paisaje dominado por el hombre, y áreas agrícolas con algunas especies nativas como: maíz, papa, fréjol (Costales, 2006).

Dentro de la historia de los pueblos primitivos del Ecuador es importante mencionar algunos sucesos trascendentales, es así que en el Periodo Formativo aparecen ya culturas más organizadas como Valdivia, Machalilla, Tuncahuan, Chimba y Cotocollao (1 500 a.C.) esta última ubicada en la meseta de Quito y en los valles circundantes (Sistema de Educación Intercultural Bilingüe, 2011).

También se han estudiado asentamientos en el periodo formativo (2 500 – 5 000 a.C.), una época de una relativa baja actividad volcánica con asentamientos que corren en sentido norte-sur entre Tumbaco y los Chillos (Marín y Martínez, 2005). En este periodo se estudiaron cuatro sitios ubicados en la parte baja norte del Volcán Ilaló, y que corresponderían a la continuidad de los asentamientos del Paleoindio (Marín y Martínez, 2005).

Cabe mencionar que los pueblos primitivos estaban expuestos a los fenómenos catastróficos y ese es el caso del Valle de los Chillos que tuvo una época de inutilización hacia los años de 2 250 a.C., ya que fue cubierto por lahares procedentes del Volcán Cotopaxi, (Marín y Martínez, 2005). Por otro lado el Valle de Tumbaco también fue víctima de catástrofes naturales, por ejemplo, ha recibido ceniza de las erupciones del Volcán Pichincha, en los años de 9 800, 6 200 a.C. y 550, 970, 1 566 - 1 582 y 1660 d.C. (Marín y Martínez, 2005).

En el periodo de Desarrollo Regional (500 a.C. - 500 d.C.) existe un evento que cambia el estado relativamente tranquilo de la Hoya de Guayllabamba, que es la erupción del Volcán Pululahua (500 - 350 a.C.) después seguiría el Volcán Atacazo, Cotopaxi, Quilotoa, Pichincha y tres veces más del Volcán Pululahua (Marín y Martínez, 2005).

Durante el periodo de Integración (500 d.C. – 1 500 d.C.) se exhibe una actividad moderada de los volcanes Pichincha, Quilotoa, Cayambe y Cotopaxi (en el año 1 534) (Marín y Martínez, 2005). Periodo en donde se ve una expansión de asentamientos en los valles, y se ve una reaparición de los asentamientos vinculados a la extracción de la obsidiana con un mayor numero en la falda norte del Volcán Ilaló (Marín y Martínez, 2005).

Ya en el periodo Inca se evidencia la presencia de cacicazgos alrededor del Volcán Ilaló, entre estos estaban: El Inga, Pueblo Pingolquí, Ilumbisí, Confederación Valle Tumbaco y Ananchillo-Urinchillo, Sangolquí (Urin Chillo), Anan Chillo (Amaguaña) y Uyumbicho (Tambillo) (Marín y Martínez, 2005). La Confederación Valle de Tumbaco la conformaban los pueblos de Cumbayá y Guápulo, Tumbaco y el Quinche (Marín y Martínez, 2005).

Dentro del periodo de los Incas, existieron montañas sagradas, en este aspecto al Volcán Ilaló se lo asociaba con el rayo y además se cree que en el sector del Inga existían sitios de comercialización (Marín y Martínez, 2005). Además porque existía un camino

comercial que pasaba por Cumbayá y Tumbaco hacia Papallacta, y por donde los Yumbos transitaban, siendo los Yumbos personas venidas del oriente y que transitaban por esta vía (Moscoso, 2008).

En el periodo Inca existía un pucara en la parte sur del Volcán Ilaló (Angamarca) y sitios incas en el norte y en la cima del volcán (Marín y Martínez, 2005). Además el valle de Tumbaco ya estaba habitada por pueblos o cacicazgos antes de la llegada de los españoles (Moscoso, 2008).

3.7 EL VOLCÁN ILALÓ Y LA COLONIA

Para establecer las presiones antropogénicas en el volcán Ilaló hay que, necesariamente, mencionar la utilización de esta zona como territorio de abastecimiento para las poblaciones asentadas. Un hecho importante que menciona Costales (2006) es: “...*pero hay que recordar que los indígenas conservaban su patrimonio territorial y usaban solo la superficie imprescindible para la comunidad. Gracias a ello el Ilaló, Paschoa, y el Sincholagua mantenían sus bosques naturales, fuentes y ríos*”. Se puede estimar que desde el 6 de diciembre de 1534, fecha en la que se establece el cabildo de Quito, como el momento en el que se empieza una explotación en las estribaciones del Volcán Ilaló, esto debido principalmente a la repartición de tierras a españoles, indígenas y demás (Costales, 2006).

Se puede decir que la deforestación agresiva empezó desde la colonia hasta la actualidad, y se debe en parte a la falta de contacto con los bosques (Barrera *et al.*, 1993). Pero también no se debe descartar otros eventos como son los incendios forestales que merman la flora nativa del lugar y que ha causado la expansión de los suelos erosionados (Pérez, 2003). Ancianos recuerdan que los bosques proporcionaban energía, eran entes conservadores de

suelos, proveedores de frutos, caza y productos medicinales, funcionaban como reguladores de lluvia y protectores del clima (Barrera *et al.*, 1993).

Por lo que se ve que el Volcán Ilaló ha sido víctima de innumerables acontecimientos antropogénicos desde la conquista española hasta la actualidad. Entre estos sucesos se encuentran la tala masiva de bosque primario para la elaboración de carbón y la utilización de suelos para uso de la agricultura (Pazmiño, 2007).

Los sucesos que ocurrieron en los alrededores del Volcán Ilaló en la época colonial acontecieron de la siguiente manera. Entre los años de 1 559 - 1 560 los bosques del Valle de los Chillos ya estaban agotados (Uyumbicho) por lo que se retiraban hacia las faldas de la cordillera oriental y hacia el Volcán Rumiñahui y Pasochoa (Barrera *et al.*, 1993). Para el año de 1 559 en una visita realizada por los conquistadores, hacia los valles aledaños a la ciudad de Quito se dieron cuenta del cultivo de maíz que realizaban los nativos del lugar (Moscoso, 2008). Y ya para el año de 1 650 existía una producción de garbanzos, frijoles, maní, ají, membrillos, higos y guayabas, por esto estas tierras pudieron haber sido escogidas como tierras privadas del Inca mucho tiempo antes (Moscoso, 2008).

En la zona de Tumbaco, por ejemplo, hacia los años de 1 650 todavía era posible encontrar bosques autóctonos (Moscoso, 2008). Se dice que de aquellos lugares “*se sacaba mucha madera, vigas, cuartones, tablas, umbrales, cumbreras, costaneras y mucha leña*” (Moscoso, 2008). Además abundaban los arboles de guaba y por esta razón los pueblos de Cumbayá y Tumbaco fueron zonas conocidas como *pueblos de guabas* (Hidalgo, 2007; Moscoso, 2008).

Ya para el año de 1 830 la utilización de los recursos naturales era indiscriminada, se cortaban los bosques para la elaboración de carbón, además existió una ampliación de la frontera ganadera, mecanización, monocultivo e insumos químicos (Barrera *et al.*, 1993).

Para el año de 1964 existió un primer proceso de reforma agraria, pero los campesinos (aspecto cultural, social y económico) veían al bosque como una tierra improductiva, entonces estos se vieron obligados a talar los últimos bosques (Barrera *et al.*, 1993). Es por ello que la labor más conocida en el sector de los bosques del Volcán Ilaló fue la elaboración de carbón (Carboneros del Ilaló) (Moscoso, 2008).

Otros autores sostienen que las laderas del Volcán Ilaló antiguamente estaban cubiertas por una espesa selva andina húmeda, se prevé que los últimos restos de vegetación nativa desaparecieron hacia el año de 1940, ya que la madera extraída se utilizaba para la elaboración de carbón (Hidalgo, 2007).

3.8 EL VOLCÁN ILALÓ EN LA ACTUALIDAD Y LA IMPORTANCIA DE SU CONSERVACIÓN.

El Volcán Ilaló está rodeado por 12 comunas activas que se encuentran en jurisdicción de dos administraciones zonales (Los Chillos y Tumbaco) (El Telégrafo, 2014). De las comunas asentadas en el Volcán Ilaló algunas tienen competencia propia hasta la cumbre del Ilaló (Sites.google.com, 2014).

Cabe señalar que en estos territorios comunales la tasa de productividad es nula o muy baja, por lo que su cultivo se ve enfocado en la producción a baja escala para la subsistencia familiar (Burbano y Lasso, 2006). Y este hecho es importante recalcar ya que en un estudio realizado en 1993 se observa que las comunas son las mayores usuarias de los bosques nativos (Barrera *et al.*, 1993).

La importancia de la conservación del Volcán Ilaló radica en su funcionalidad física y biológica dentro del Valle Interandino. Este volcán funciona como una barrera natural que impide el paso de vientos provenientes del oriente (Solís, 1962), además es una zona de

recarga para el acuífero del Valle de los Chillos (Baquero, 2008; Olade C, 1980), al igual que el volcán Pasochoa y los cerros Lumbisí-Puengasí. Este acuífero tiene una extensión de 307,10 km² con un área de acumulación de 106,5 km² y una zona de recarga de 92,48 km². Todo esto permite deslumbrar la importancia de este Volcán cuando todavía presentaba vegetación nativa (Villareal, 2006).

La conservación de bosques nativos tiene consigo varias ventajas entre ellas están: biodiversidad, protección y enriquecimiento del suelo, protección de cuencas hidrográficas, regulación del microclima, investigación científica y ecoturismo (Barrera *et al.*, 1993). Otros autores añaden el rol de ser un lugar de almacenamiento continuo de especies únicas para la zona y como sitios de restauración o zonas de potencial conservación (Tadele *et al.*, 2013).

El estudio de remanentes de bosque comprende el entendimiento de la dinámica del tipo de vegetación existente en el lugar o la vegetación que anteriormente existía. La elevada tasa de intervención humana en sitios naturales ha provocado, paulatinamente, el deterioro o desfragmentación de bosques nativos principalmente por la expansión de la frontera agrícola (Tadele *et al.*, 2013).

OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir a la conservación de la vegetación remanente en el Volcán Ilaló.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar la composición florística, estructura y diversidad en dos remanentes de Bosque Andino Montano Alto del Volcán Ilaló.

Inferir los efectos de las actividades antropogénicas en la dinámica forestal de la vegetación remanente del Volcán Ilaló.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio seleccionado comprende dos remanentes de bosque nativo intervenido ubicados en la parte alta del Volcán Ilaló que están bajo la jurisdicción de las Comunas Tola Chica y San Francisco de Baños – La Merced (Figura 1 y 2).

El remanente 1 está ubicado dentro de la “Comuna San Francisco de Baños-La Merced” en la parte sur del Volcán Ilaló. Se encuentra a una altura de 3 084 m s.n.m. en un área de 11,9 ha (460 × 260 m), las coordenadas son 0°16'2.82"S 78°25'20.34"O (Figura 2).

El remanente 2 está ubicado dentro de la “Comuna Tola Chica” en la parte norte del Volcán Ilaló. Se encuentra a una altura de 3 072 m s.n.m. en un área de 11,9 ha (460 × 260 m), las coordenadas son 0°15'26.55"S 78°24'49.00"O (Figura 2).

5.1.1 CLASIFICACIÓN Y ESTRUCTURA DE LA VEGETACIÓN

El bosque presente en el Volcán Ilaló se lo clasifica como Matorral Húmedo Montano en las estribaciones del Volcán Ilaló y Matorral Seco Montano hacia el norte de Cumbayá y Tumbaco (Ruales, 2007). Otros investigadores también lo ubican ecológicamente como Monte Siempre Verde Montano Alto y Matorral Húmedo (Valencia *et al.*, 1999), Arbustal Montano de los Andes del Norte (Josse *et al.*, 2003) y al Piso Zoogeográfico Templado (Albuja *et al.*, 1980). Por otro lado según Solís, 1962, la zona del Volcán Ilaló puede entrar dentro de la franja de clasificación denominada como Faja Selvosa Subandina de la Cordillera Occidental y a la Faja Selvosa Subandina de la Cordillera Oriental.

Las características florísticas presentes del Volcán Ilaló hacen que también se pueda clasificar la cobertura vegetal del volcán como Matorral Húmedo Montano (Sierra, 1999), y finalmente se le denomina como Arbustal Siempreverde Montano del Norte de los Andes (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013).

En relación a la vegetación nativa de los valles circundantes al Volcán Ilaló, Tumbaco y Chillos, ésta es casi nula ya que se han utilizado estas tierras para el uso intenso de la agricultura, sin embargo existen relictos en quebradas y en zonas inaccesibles (Solís, 1962).

Los remanentes o parches se encuentran constituidos por pequeños árboles o arbustos ubicados en quebradas, cauces o en laderas provistas de humedad natural, en estas condiciones las especies comúnmente encontradas son: *Oreopanax ecuadorensis*, *Piper miersinum*, *Baccharis polyantha*, *Cestrum aureum*, *Cestrum tomentosum*, *Chusquea scandens*, entre otros (Solís, 1962).

Con relación a estudios que se han realizado en los alrededores del Volcán Ilaló, como la zona de Tumbaco se han encontrado cerca de 143 especies de plantas (117 especies nativas y de estas seis especies eran endémicas) (Ruales, 2007). Mientras en otro estudio llevado a cabo en el lado Sur-Oeste del Volcán Ilaló se registraron 21 especies y 16 familias de plantas. La familia más abundante encontrada fue Euphorbiaceae seguida de Myrsinaceae, Myrtaceae, y Rosaceae. Se evidenció un mayor porcentaje de especies arbustivas 62%, arbóreas 33% y 5% herbáceas. No se encontraron especies endémicas o en peligro de amenaza (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, 2010).

Además se encontró, en el sector oriental, una pequeña población de árboles de arrayán (*Myrcianthes rhopaloides*).

5.1.2 CLIMA

Según datos del INAMHI, el Volcán Ilaló está ubicado en una región clasificada como subhúmeda, con nula o con un pequeño déficit hídrico y templado frío a semifrío. De igual manera se ubica a este volcán en lugares o zonas con depósitos cuaternarios y presencia de cangahua. La precipitación media anual para zona está comprendida entre los 700 a 1 500 mm, y con una temperatura media anual de entre 10°C a 14°C.

5.2 METODOLOGÍA Y RECOPIACIÓN DE DATOS

En cada remanente de bosque se establecieron aleatoriamente 10 cuadrantes (10 × 10 m) con un área total de 0,2 ha (Figuras 2; Tabla 1).

Fueron considerados todos los individuos con un Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) \geq 2,5 cm, los mismos que fueron marcados, medidos e identificados. Además se procedió a medir la pendiente de la zona, como posible variable geográfica.

La identificación se llevo a cabo en las instalaciones del Herbario QCA de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por comparación con los especímenes depositados en el herbario.

5.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS

5.3.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y PARÁMETROS PARA EL ESTUDIO DE COBERTURA VEGETAL

Dentro del análisis se consideraron índices ecológicos que permitieron identificar el comportamiento de las especies arbóreas de forma individual en la superficie del bosque, para

ello se necesitó de la aplicación de índices que expresen la ocurrencia de las especies, con el calculo previo del área basal de cada especie.

$$AB = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right)$$

Dónde:

D es Diámetro a la altura del pecho

X es Constante 3,1416

La abundancia puede estar definida dentro de un concepto de espacio de ocupación que se encuentre disponible para crecer (Acosta *et al.*, 2006). Dentro de este concepto cabe mencionar la diferencia entre abundancia absoluta y relativa, en el primer caso se hace referencia al número de individuos por unidad de superficie, mientras en el segundo caso se puede mostrar el grado de participación de cada una de las especies en porcentaje (Acosta *et al.*, 2006).

$$AR_i = \left(\frac{A_i}{\sum A_i} \right) \times 100$$

Dónde:

A_i es la abundancia absoluta.

AR_i es la abundancia relativa de la especie i con respecto a la abundancia total.

Con relación a la dominancia se presenta el concepto de tamaño del árbol, es así que para la caracterización comúnmente se emplea el DAP (Acosta *et al.*, 2006). Por lo tanto el

porcentaje de dominancia de una especie, muestra la influencia que ésta tiene sobre el resto de especies (Acosta *et al.*, 2006). Entonces la dominancia absoluta se obtiene por medio de la suma de las áreas basales de cada individuo sobre un área en específico; mientras la dominancia relativa comprende la relación porcentual entre la dominancia absoluta de una especie y las demás dominancias absolutas del resto de especies muestreadas (Alvis, 2009).

$$D_i = \frac{Ab_i}{S(ha)}$$

$$DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum D_i} \right) \times 100$$

$$i= 1 \dots n$$

Donde:

D_i es la dominancia absoluta.

DR_i es la dominancia relativa de la especie i con respecto a la dominancia total.

Ab es el área de copa de la especie i

S es la superficie.

En tanto que la frecuencia hace referencia a la distribución de cada especie en un área determinada (Acosta *et al.*, 2006) o también se la puede definir como el número de sitios en donde aparece una especie con relación al total de sitios estudiados (Alvis, 2009). Diferenciando frecuencia absoluta, como el porcentaje de sitios donde existe presencia de una especie (Alvis, 2009) y la frecuencia relativa como indicador de la ocurrencia de una especie con relación a las demás especies (Acosta *et al.*, 2006).

$$F_i = \frac{P_i}{NS}$$

$$FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum F_i} \right) \times 100$$

$$i= 1 \dots n$$

Dónde:

F_i es la frecuencia absoluta.

FR_i es la frecuencia relativa de la especie i , con respecto a la frecuencia total.

P_i es el número de sitios en la que está presente la especie i .

NS es el número total de sitios de muestreo.

También se empleó el Índice de Valor de Importancia (IVI), el cual permite comparar el peso ecológico de cada individuo dentro de un bosque (Alvis, 2009; Balcázar y Montero, 2002; Valencia, 1988;). El IVI también puede mostrar cuál es la importancia ecológica relativa de cada una de las especies en el sitio de estudio, por lo tanto se puede deducir a las especies mejor adaptadas al lugar (Trigoso, 2008).

$$IVI = DR + DMR$$

Dónde:

DR es la Densidad relativa

DMR es la Dominancia relativa (Área basal)

En conjunto, estos datos proporcionaron una visión completa de la composición y dinámica del bosque (Alvis, 2009).

También se elaboró un perfil de vegetación el cual consiste en la representación gráfica de una sección del bosque, permitiendo de esta forma tener una concepción más amplia de la organización espacial de la composición vegetal.

5.3.2 DIVERSIDAD ALFA

Se establece que la diversidad alfa de un lugar como la riqueza de especies, también se la denomina como diversidad local o de especies.

5.3.2.1 ALFA DE FISHER

El índice alfa (α) de Fisher permite evaluar la diversidad de un sitio tomando como base el número de especies y de individuos. Además es independiente del tamaño de la muestra (Acevedo *et al.*, 2006).

$$S = \alpha \log_c \left(1 + \frac{N}{\alpha}\right)$$

Dónde:

S es Número de especies de la muestra

N es el Número de individuos de la muestra

α es Índice de diversidad

La constante hace alusión a la diversidad; y este valor será alto cuando la cantidad de especies sea elevada y bajo cuando el número de especies sea menor (Acevedo, *et al.*, 2006).

5.3.2.2 ÍNDICE DE SHANNON

El Índice de Shannon-Wiener o Uniformidad de Shanon se basa principalmente en la premisa de la probabilidad de poder hallar una especie determinada en un sitio específico dada la información, este índice esta expresado con un número positivo variando entre el 1 y el 5, siendo 1 para alta diversidad y 5 para baja diversidad (Orellana, 2009), cabe mencionar que este índice también maneja el concepto de equidad o equitabilidad (Orellana, 2009), el mismo que consiste en la distribución de las abundancias entre las distintas especies.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Dónde:

p_i es la proporción de individuos encontrados de cada especie

Se empleó también el exponencial de este índice $NI = \exp(H')$, debido a que este estimador repara el sesgo del submuestreo, y además los intervalos de confianza indican un buen acaparamiento de toda la muestra por lo tanto se da la diversidad en número efectivo de especies (Hill, 1973; Jost, 2006).

5.3.2.3 ÍNDICE DE SIMPSON

El Índice de Simpson o Índice de Dominancia, es un parámetro que permite medir la riqueza de especies, por medio del número de especies y la abundancia relativa de cada una. (Orellana, 2009). La interpretación de este parámetro se basa en que el valor mínimo es de 1 indicando que no hay diversidad y que la dominancia es alta, por lo que se puede decir que a medida que los valores de este índice incrementan, la diversidad disminuye (Orellana, 2009).

$$\lambda = \sum P_i^2$$

Dónde:

P_i es la proporción de los individuos de la especie i en relación a N .

5.3.3 DIVERSIDAD BETA

Se entiende como diversidad beta a la diferencia de diversidad alfa existente entre hábitats integrados en un mismo sistema, también se denomina como recambio de especies.

5.3.3.1 ESCALAMIENTO MULTIDIMENSIONAL NO MÉTRICO (NM-MDS)

Se utilizó el método de Ordenación de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NM-MDS) el cual consiste en una serie o conjunto de técnicas que permiten identificar similitudes o disimilitudes en un conjunto de objetos (Sánchez, 2012).

Los métodos de escalamiento multidimensional son considerados como un conjunto de técnicas que buscan la representación de los datos por medio de una disposición de puntos dada una información conocida sobre la proximidad de los objetos de estudio (Linares, 2001). Para el caso de un escalamiento no métrico se utiliza una escala ordinal, para que el criterio de bondad de ajuste no dependa de los valores absolutos. Para la medición de la bondad de ajuste, se utiliza el índice de esfuerzo o Stress, en donde un valor de 0,2 es interpretado como pobre y de 0,00 de perfecto (Linares, 2001).

5.3.3.2 ANÁLISIS DE SIMILITUD - ANOSIM

El Análisis de Similaridad (ANOSIM), permite establecer diferencias significativas entre uno o varios grupos de estudio (Lugo *et al.*, 2013). Dentro de este análisis se emplea el estadístico R, que establece el grado de separación entre grupos. El valor R varía entre -1 y 1, en donde la proximidad hacia cero, se interpreta como la similitud entre las muestras, mientras que una proximidad hacia el uno refleja poca similitud entre grupos (Sánchez, 2012).

5.3.3.3 COMPARACIÓN ALFA ENTRE REMANENTES

Se realizó una comparación entre los dos remanentes utilizando los índices: alfa de Fisher, Shannon, Exponencial de Shannon y Simpson, para observar si existen características que comparten los dos remanentes.

5.3.3.4 ANÁLISIS CLÚSTER

Se llevó a cabo un Análisis de Conglomerados (*Cluster Analysis*), en este tipo de análisis los entes parecidos son reordenados en un estructura jerárquica ó dendrograma, lo que permite la delimitación de diferentes grupos (Sánchez, 2012).

6. RESULTADOS

6.1 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Se registró un total de 533 individuos en toda el área de estudio (0.2 ha). Los cuales fueron clasificados en 20 familias y 40 especies.

La familia que presentó mayor número de géneros fue Asteraceae con seis géneros, seguido de Myrtaceae, Salicaceae, Myrsinaceae, Fabaceae, Lamiaceae y Verbenaceae con dos géneros cada uno. El resto de familias presentaron un género (Figura 4).

El género más diverso fue *Myrcianthes* con tres especies registradas, luego los géneros *Geissanthus*, *Gynoxys*, *Piper* y *Casearia* presentaron dos especies cada una (Figura 4).

Las especies *Geissanthus pichincae*, *Oreopanax ecuadorensis* y *Vallea stipularis* presentaron el mayor número de individuos para los dos remanentes estudiados (Figuras 5 y 6; Tablas 2 y 3).

En los dos remanentes se encontraron un total de ocho especies registradas como endémicas. De las cuales: cinco especies (*Aegiphila ferruginea*, *Gynoxys acostae*, *Gynoxys halii*, *Oreopanax ecuadorensis* y *Salvia quitensis*) presentan una categoría de amenaza, según la UICN, de Preocupación Menor (LC); dos especies (*Eugenia valvata* y *Geissanthus pichincae*) con una categoría de Casi Amenazado (NT); y una especie (*Casearia mexiae*) como especie En Peligro (EN) (Tablas 2, 3 y 6).

6.2 ÍNDICES ECOLÓGICOS

6.2.1 ABUNDANCIA RELATIVA

En el remanente 1 las especies con mayor porcentaje de abundancia fueron *Geissanthus pichincae* (20,99 %), *Oreopanax ecuadorensis* (12,21 %), *Vallea stipularis* (9,54 %) y *Myrcianthes orthostemom* (7,25 %), el resto de especies presentaron porcentajes entre 6 y 1% (Tablas 2 y 3).

Para el remanente 2, las especies con mayor porcentaje de abundancia fueron *Geissanthus pichincae* (14,02 %), *Oreopanax ecuadorensis* (13,28 %), *Vallea stipularis* (10,70 %), *Myrcianthes orthostemon* (8,487 %) y *Barnadesia arborea* (7,01 %), el resto de especies presentaron porcentajes entre 5 y 1% (Tablas 2 y 3).

6.2.2 DOMINANCIA RELATIVA

Las especies más dominantes en el remanente 1 fueron *Oreopanax ecuadorensis* (38,37 %), *Vallea stipularis* (19,14 %), *Miconia pichinchensis* (8,36 %), *Geissanthus pichincae* (6,39 %) y *Boehmeria celtidifolia* (3,21 %). Las demás especies presentaron porcentajes entre 2 y 1% (Figura 7).

En el remanente 2 las especies dominantes fueron *Oreopanax ecuadorensis* (42,62 %), *Vallea stipularis* (12,44 %), *Geissanthus pichincae* (6,89 %), *Myrcianthes orthostemon* (6,45 %), y *Aegiphila ferruginea* (5,55 %). Las demás especies presentaron porcentajes entre 3 y 1% (Figura 7).

6.2.3 ÁREA BASAL

Las especies con mayor área basal registradas para el remanente 1 fueron *Oreopanax ecuadorensis* (0,85 m²), *Vallea stipularis* (0,42 m²), *Miconia pichinchensis* (0,18 m²), *Geissanthus pichincae* (0,14 m²) y *Boehmeria celtidifolia* (0,07 m²) (Tabla 4).

En el remanente 2 las especies con mayor área basal fueron *Oreopanax ecuadorensis* (0,62 m²), *Vallea stipularis* (0,18 m²), *Geissanthus pichincha* (0,10 m²), *Myrcianthes orthostemon* (0,09 m²) y *Aegiphila ferruginea* (0,08 m²) (Tabla 4).

6.2.4 INDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA

Al calcular el IVI al 100% se obtuvieron porcentajes superiores para *Oreopanax ecuadorensis* (17,97% en el remanente 1, y 19,71% en el remanente 2) (Tabla 5).

En el remanente 1 otras especies registradas con valores altos fueron *Vallea stipularis* (10,67%), *Geissanthus pichincha* (10,24%), *Miconia pichinchensis* (5,93%) y *Myrcianthes orthostemon* (4,28%) (Tabla 5).

Para el caso del remanente 2 las especies *Vallea stipularis* (8,79%), *Geissanthus pichincha* (8,04%), *Myrcianthes orthostemon* (6,05%) y *Barnadesia arborea* (3,91%), también obtuvieron valores superiores (Tabla 5).

6.2.5 PERFIL DE VEGETACIÓN

El perfil de vegetación realizado reveló una organización claramente dividida en dos estratos, el primero constituido por especies claramente dominantes encabezado por *Oreopanax ecuadorensis* con los individuos encontrados con mayor altura ($\bar{X} \geq 15$ m), mientras un segundo estrato conformado por especies que no sobrepasan los 8 o 9 metros de altura, como *Vallea stipularis* ($\bar{X} \geq 9$ m) y *Aegiphila ferruginea* ($\bar{X} \geq 8$ m) (Figura 8).

6.3 DIVERSIDAD ALFA

6.3.1 ALFA DE FISHER

Para este índice se observó que no existen diferencias significativas en la composición de especies entre cada uno de los cuadrantes dentro del remanente 1 y del remanente 2.

Por otro lado el cuadrante que mostró mayor riqueza de especies dentro del remanente 1 fue el cuadrante N° 3 con 10 especies y el cuadrante N° 8 fue el que, gráficamente, presenta menor riqueza de especies (Figura 9).

Para el remanente 2 el cuadrante que mostró mayor riqueza de especies fue el N° 3, con 14 especies, mientras que el cuadrante 10, gráficamente, presenta menor riqueza de especies (Figura 10).

6.3.2 ÍNDICE DE SHANNON

Se encontró que no existen diferencias significativas con relación a la abundancia de especies entre los cuadrantes dentro de los remanentes 1 y 2. Sin embargo, para el remanente 1 se evidenció que el cuadrante N° 1 obtuvo el mayor valor con 16 especies. Para el caso del remanente 2 el cuadrante N° 3 obtuvo el valor más alto con 14 especies (Figuras 9 y 10).

6.3.3 ÍNDICE DE SIMPSON

Se evidenció que no existieron diferencias significativas con relación a la dominancia entre cuadrantes, ni en el remanente 1 ni tampoco en el remanente 2. Asimismo se pudo observar que en el remanente 1 los cuadrantes N° 4, 5 y 6 presentaron una mayor dominancia en donde la especie *Geissanthus pichincha* exhibió mayor número de individuos en estos cuadrantes (Figura 9).

Para el remanente 2 el cuadrante N° 10 fue el que presentó una mayor dominancia en relación al resto de cuadrantes. Debido a la presencia de la especie *Geissanthus pichincae* con un mayor número de individuos (Figura 10).

6.4 DIVERSIDAD BETA

6.4.1 ANÁLISIS MULTIDIMENSIONAL NO MÉTRICO (NM-MDS)

Al realizar el Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NM-MDS) el resultado fue no significativo, ya que se evidenció un solapamiento entre las especies de los remanentes 1 y 2, con una medida de similaridad de distancia euclidiana y un nivel de stress de 0,198 (Figura 11).

6.4.2 ANÁLISIS DE SIMILITUD - ANOSIM

Al realizar el Análisis de Similitud - ANOSIM se obtuvo un valor de $R = -0.029$ y $p = 0.6513$, en la comparación por especies entre los dos remanentes, interpretándose como una elevada similitud entre los remanentes, y además el valor $p > 0.05$, es un valor no significativo, estableciendo que los dos remanentes boscosos no presentan diferencia en su composición florística.

6.4.3 COMPARACIÓN ALFA ENTRE REMANENTES

Al establecer una comparación entre los remanentes 1 y 2, los valores presentados por los índices de Fisher, Shannon, Exponencial de Shannon y Simpson, fueron no significativos para entablar una relación de igualdad entre la vegetación de los remanentes (Figura 12).

6.4.4 ANÁLISIS CLÚSTER

El Análisis Clúster permitió identificar cierta relación entre cuadrantes dentro de un remanente. Es así que, en el remanente 1, se evidenció que el cuadrante N° 8 fue el que presentó menos similitud con el resto de cuadrantes. De la misma forma los cuadrantes N° 2, 3 y 4 presentaron una mayor relación, compartiendo cinco especies (*Oreopanax ecuadorensis*, *Vallea stipularis*, *Geissanthus pichincha*, *Myrcianthes orthostemon* y *Cithrarexylum ilicifolium*). También se observó cierta similitud entre los cuadrantes N° 5, 6 y 7 compartiendo cuatro especies (*Oreopanax ecuadorensis*, *Geissanthus pichincha*, *Miconia pichinchensis* y *Boehmeria celtidifolia*) (Figura 13).

Para el remanente 2, el cuadrante N° 1 fue el que presentó más diferencia con relación al resto de cuadrantes dentro del remanente. De igual manera, se evidencio una cierta relación entre los cuadrantes N° 2, 4 y 10, compartiendo seis especies (*Oreopanax ecuadorensis*, *Vallea stipularis*, *Xylosma sp.*, *Geissanthus pichincha*, *Cithrarexylum ilicifolium* y *Aegiphila ferruginea*). Los cuadrantes N° 3, 6 y 9 compartieron cinco especies (*Oreopanax ecuadorensis*, *Vallea stipularis*, *Geissanthus pichincha*, *Myrcianthes orthostemon* y *Cithrarexylum ilicifolium*). También los cuadrantes N°5, 7 y 8 compartieron cinco especies (*Oreopanax ecuadorensis*, *Geissanthus pichincha*, *Duranta triacantha*, *Miconia pichinchensis* y *Boehmeria celtidifolia*) (Figura 13).

7. DISCUSIÓN

7.1 EL VOLCÁN ILALÓ Y SU RELACIÓN ANTROGÉNICA

El Volcán Ilaló ha sufrido un elevado grado de intervención antropogénica a lo largo de toda la historia del hombre asentado en el Ecuador. Pero la fragmentación propiamente dicha comenzó el 6 de diciembre de 1534, fecha en donde se empezó a repartir solares o terrenos a personas que deseaban cultivar, entre las zonas solicitadas se encontraban Cumbayá, Los Chillos, Alangasí e Ilaló entre otras (Costales, 2006) (Figuras 1, 2 y 3; Tabla 1).

De este hecho surge que la parte oriental del Volcán Ilaló ya sea conocida como una zona de fuerte erosión, tanto pluvial como eólica y también un deterioro del suelo por el uso de algunas comunidades que estaban asentadas en el lugar (Costales, 2006). Este volcán era llamada Pillahaló, lengua indígena materna que se puede traducir como “montaña luminosa” o “montaña de fuego” (Costales, 2006). Además era conocido por ser un lugar sagrado donde se realizaban ceremonias y se veneraba a algunas entidades como el Pachacámac, señor fundador del mundo andino, y de esto se deriva que los pobladores, conformados en familias, tengan origen Quito-Cara y Quichua (Costales, 2006). Es por ello que los habitantes asentados en las faldas del Ilaló consideraban a este volcán como el más antiguo dentro del valle interandino, además de poseer espíritus sagrados en su interior así como el lugar en donde se habrían depositado varias ofrendas de oro y otros tesoros en los periodos anteriores a la llegada de los conquistadores españoles (Yela, 2011) (Figuras 1 y 3).

Pero la intervención que han tenido los diferentes pueblos sobre el volcán es evidente en la actualidad reduciendo su cobertura vegetal nativa casi por completo, quedando algunos remanentes de bosque nativo o secundario en algunas quebradas y en lugares de difícil acceso.

En un estudio realizado por la EMAAPQ, 2006 para implementar un plan manejo del Cerro Ilaló, se mencionan a las zonas altas del Volcán Ilaló como los únicos sitios persistentes con vegetación nativa, en especial la zona la “Comuna Tola Chica” con cerca de 12 ha; pero también mencionan otro remanente de bosque nativo en el sector de Mama Tena, Comuna La Merced; pero con una menor área. Además el estudio menciona un reemplazo masivo de la flora nativa con especies exóticas como el eucalipto, kikuyo y pino; observaciones que se pudieron comprobar y corroborar.

7.2 COMPOSICIÓN FLORÍSTICA

Las especies más recurrentes fueron *Geissanthus pichincha*, *Oreopanax ecuadorensis* y *Vallea stipularis*, estos datos se asemejan a los mostrados por el estudio de 2006 llevado a cabo por la EMAAPQ, y por otro lado también estos datos son congruentes con lo expuesto por el Dr. Carlos Cerón en su conferencia acerca de la Flora del Ilaló, 2015, en donde se menciona a *Oreopanax ecuadorensis* y *Vallea stipularis* como especies muy recurrentes en sus identificaciones (Figuras 5 y 6; Tablas 2 y 3).

De acuerdo al tipo de familias encontradas, entre las que predominan Myrsinaceae, Araliaceae, Elaeocarpaceae, se pudo observar que estas familias se encuentran, en su mayoría, dentro de la vegetación de tipo Matorral Húmedo Montano, aunque también comparten algunas características con el tipo de Bosque Siempreverde Montano Bajo y Montano Alto (Sierra, 1999), y a esta conclusión también se llegó en el estudio llevado a cabo por la EMAAPQ, 2006, en donde se ubica a los remanentes dentro del ecosistema de Bosque Andino Montano Alto, y ha similar conclusión se llega en otros estudios (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, 2010), y también mencionado por otros autores como Ruales en el año 2007.

Con esto se puede llegar a deducir que ambas parcelas no presentan una diferencia en la composición en especies y familias, ya que además ambos remanentes presentaron igual número de especies y familias, 30 especies para ambos remanentes, y con relación a las familias: 16 familias fueron encontradas para el remanente 1 y 17 familias para el remanente 2, unificando la idea de la regularidad vegetal que presentan estos remanentes (Figuras 5, 6 y 7; Tabla 5).

Este hecho también hace suponer que la composición florística del Volcán Ilaló, pudo haber sido similar en la parte alta del volcán como fue mencionando en la conferencia dictada por el Dr. Carlos Cerón, 2015; en donde se menciona una posible cobertura vegetal desde el Volcán Ilaló hasta el Volcán Pasochoa con una regularidad en su composición vegetal.

Y es que en el presente estudio, se encontraron ocho especies endémicas presentes en los dos remanentes, dato que es congruente por lo mencionado en algunas investigaciones, en donde se recalca el hecho de que la región interandina al ser una zona aislada por los flancos este y oeste por la cordillera oriental y occidental, respectivamente, presenta un alto grado de endemismo (Quintana, 2015).

Se registraron tres especies del género *Myrcianthes*, en ambos remanentes y su abundancia (8,77% en el remanente 1, y 11,79% en el remanente 2) como su diversidad reflejan la importancia que pudo haber tenido este género en tiempos anteriores, ya que hasta la actualidad se veneran a especies que están dentro de este género como sagradas o de un valor cultural irremplazable (Tablas 2 y 3).

7.3 ABUNDANCIA Y DOMINANCIA

Dentro de la estructura de los remanentes nativos estudiados, la abundancia es superior para la especie *Geissanthus pichincha*, en ambos remanentes (20,9% para el remanente 1 y

14,02% para el remanente 2), seguido de *Oreopanax ecuadorensis* y *Vallea stipularis*, cuyos valores se ven claramente presentados por los datos de área basal en donde estas especies presentan los valores más elevados (Figuras 5 y 6; Tabla 4).

Por otro lado ambas parcelas están dominadas por la especie *Oreopanax ecuadorensis* (38,3% para el remanente 1 y 42,62% para el remanente 2), y además esta misma especie tiene una gran importancia ecológica dentro de cada parcela, esto lo evidencia el IVI observado para esta especie que posee el mayor valor en ambas parcelas (Figura 7; Tabla 5). Lo que refleja la importancia de esta especie para el equilibrio dinámico de los remanentes, estableciéndose como una especie ampliamente dominante. Además la diferencia en el porcentaje de esta especie hace suponer que en el remanente 2 existe menos perturbación antropogénica o que esta fue ejercida en el lugar; pero hace mucho tiempo atrás (Figuras 7).

Los valores del área basal para *Oreopanax ecuadorensis* (0,85 m² en el remanente 1, y 0,62 m² para el remanente 2), reflejan la dominancia de esta especie en toda el área de estudio.

Este hecho hace suponer una imperceptible perturbación que ha tenido esta especie en los últimos años, seguramente debido a prácticas de protección que las propias comunas han incentivado. Y este suceso es claramente visible en el perfil de vegetación, ya que en este, la misma especie mencionada anteriormente ocupa los estratos altos de los remanentes (Figuras 7 y 8).

7.4 DIVERSIDAD ALFA

La diversidad en cada remanente es casi similar, pues los tres índices empleados arrojaron valores no significativos. Sin embargo, existieron cierto tipo de diferencias entre algunos cuadrantes (Figuras 9 y 10).

En el remanente 1 los cuadrantes N° 1, 2 y 3 con mayor riqueza de especies fueron precisamente aquellas que se encontraban en lugares con escasa accesibilidad, y los mismos cuadrantes también presentaron los valores de abundancia más elevados, lo que hace suponer una posible relación entre la inaccesibilidad y la abundancia (Figura 9).

Un hecho a tomar en cuenta es que en los cuadrantes N° 4, 5 y 6, donde el porcentaje de dominancia fue mayor, la especie con mayor número de individuos fue *Geissanthus pichincha*, además estos remanentes se encontraban cerca de senderos o presentaban cierto grado de perturbación reciente, lo que hace prever una pequeña dominancia de esta especie en estos cuadrantes (Figura 9).

En el remanente 2, el resultado fue similar, existiendo todavía menos diferencia entre los cuadrantes, y es que además de que los índices de diversidad arrojaran valores no significativos, los gráficos proyectos con valores de intervalos de confianza no mostraron diferenciación entre cuadrantes, lo que sugiere este hecho es que este remanente presenta cierta uniformidad en su composición (Figura 10).

7.5 DIVERSIDAD BETA

Dentro del estudio y de acuerdo a los análisis estadísticos empleados se pudo observar que las especies encontradas en el remanente 1 “San Francisco de Baños-La Merced” y las especies del remanente 2 “Tola Chica” no muestran diferencias significativas, ya que el NM-MDS muestra el solapamiento de ambas poblaciones con un Stress de 0,198; es decir de acuerdo a este análisis, la separación geográfica entre ambos remanentes no ha producido ningún cambio en la composición vegetal de los mencionados lugares; además al realizar el Análisis de Similitud ANOSIM se obtuvo un $R=0,07$; por lo que esto refleja una similaridad entre los dos remanentes; pero cabe mencionar que existieron especies que únicamente fueron

encontradas en uno de los dos remanentes, y aunque el análisis alfa de los dos remanentes no resulto significativo, existieron especies como *Dasyphyllum popayanense*, *Llerasia hypaleuca*, *Tournefortia fuliginosa*, *Croton abutiloides*, *Myrsine andina*, *Piper barbatum*, *Casearia cf. quinduensis* y *Gynoxys halli*, que fueron encontradas únicamente en el remanente 1, y de las cuales *Gynoxys halli* está clasificada como endémica (Figura 11; Tabla 6).

Similar resultado se obtuvo en el remanente 2 en donde de las especies *Baccharis latifolia*, *Cacosmia rugosa*, *Berberis halli*, *Dalea coerulea*, *Casearia mexiae*, *Otholobium brachystachyum*, *Geissanthus andinus*, *Myrcianthes rhopaloides* y *Hesperomeles obtusifolia* fueron encontradas únicamente en este remanente, y además la especie *Casearia mexiae* está catalogada como endémica. Este evento posiblemente debe estar ligado a la calidad ecosistémica de los remanentes, pues se observa que existe un mayor número de especies únicas para el remanente 2, y es que este remanente presenta además, en el Análisis Clúster, un cierto grado de relación entre distintos cuadrantes, debido a las especies que comparten entre ellas, tal es el caso, por ejemplo, de los cuadrantes N° 3, 6 y 9, en donde comparten cinco especies, de las cuales la especie más abundante es *Myrcianthes orthostemon*; pero otro grupo de cuadrantes (N° 5, 7 y 8) comparten cinco especies en donde la especie más abundante es *Oreopanax ecuadorensis*. Además dentro del mismo remanente existen cuadrantes, como N° 2, 4 y 10 que únicamente comparten tres especies de las cuales *Geissanthus pichincha* es el más abundante. Pero el cuadrante N° 1 es el que, gráficamente, se encuentra más alejado de los demás y esto seguramente se debe a que en este cuadrante existen dos especies, *Dalea coerulea* y *Otholobium brachystachyum*, que únicamente se encuentran en este cuadrante en todo el remanente 2 (Figuras 11, 12 y 13).

Para el caso del remanente 1 los cuadrantes más diferentes observados son N° 8 y 10; pero estos cuadrantes no poseen especies únicas registradas, más bien comparten pocas especies con el resto de cuadrantes.

Una explicación del por qué en el remanente 2 existen especies únicas registradas para ese sitio, es que pueda deberse a que los cuadrantes se encuentran más próximos a los senderos construidos por la comunidad, si bien este hecho no es concluyente, ya que, por otro lado tal vez se puede inferir que la alteración antropogénica dentro de ambos remanentes ha estado involucrada en el comportamiento de distribución de las especies a lo largo del tiempo, sugiriendo la idea de una mejor conservación del remanente 2, ya sea por políticas intra comunales y/o por condiciones geográficas (Figura 16; Tabla 6).

Todos estos datos desembocarían hacia una fuerte tendencia a la afirmación de que hace varios años atrás, por lo menos la cima del Volcán Ilaló, estuvo cubierta por una densa capa de vegetación nativa predominando especies como *Oreopanax ecuadorensis*, *Vallea stipularis* y varias especies del género *Myrcianthes* (Figuras 14 y 15).

7.6 ALTERACIÓN DEL HÁBITAT NATIVO

Es conocido que existen ciertas especies que proliferan cuando las condiciones de desarrollo y/o crecimiento son favorables, y que estas especies a su vez pueden brindar información acerca del estado de conservación de un lugar. Es de esta manera que tomando en consideración un hecho importante como la presencia de individuos de la especie *Chusquea scandens*, en los dos remanentes, siendo en el remanente 1 en donde más individuos de esta especie se logró observar, llegando a cubrir zonas relativamente grandes dentro del remanente, es, teóricamente, fácil deducir las circunstancias por las que han pasado los remanentes para entender la presencia de esta especie en la zona, siendo sin duda la actividad humana la

principal fuente de intervención, sin menospreciar otros sucesos como los eventos naturales ocurridos en el sitio, siendo los incendios forestales una posible causa para la dominancia de esta especie (Figura 17).

Mención especial debe recibir una especie muy abundante en las inmediaciones a los remanentes, y es que hoy en día la mayor parte de “bosques” presentes en el Volcán Ilaló, están representados por plantaciones de eucalipto, en algunos estudios se ha podido encontrar que esta especie exótica *Eucalyptus globulus*, que fue introducido en el Ecuador a finales del siglo XIX (año 1865) durante el gobierno del Dr. Gabriel García Moreno (Acosta, 1965), evidencia una enorme desventaja por la abundante absorción de agua y su consecuente degradación de suelos, teniendo por ende una destrucción de hábitats sensibles, como los bosques nativos (Pruna, 2014). Este hecho se refleja a nivel mundial, como los casos bien documentados en España y/o Portugal en donde las plantaciones de esta especie han afectado a más de 759 778 ha sólo en España (Soto y Veiras, 2011), por citar un ejemplo.

Y es que además, las plantaciones de eucalipto presentan una potencial fuente de incendios debido a la gran cantidad de biomasa combustible presente en estas plantaciones, en relación a los bosques nativos (Anchaluisa y Suárez, 2013).

Por otro lado, no se identificaron, en el interior de los remanentes, a especies consideradas como exóticas o que no estén encajadas dentro de la clasificación vegetal mencionada anteriormente, por lo que si bien no es un remanente de bosque primario, tiene condiciones para albergar los últimos relictos de vegetación que existía algún día en todo el volcán, ya que se observó una buena cobertura vegetal, y en este aspecto, por ejemplo la especie *Oreopanax ecuadorensis* que presentó un área basal desde 0,0007 m² hasta 0,12 m² sugiere que ésta especie presenta mayor cantidad de individuos adultos con relación a los jóvenes, promoviendo la idea de unos remanentes relativamente antiguos. Además en algunas

zonas de los remanentes se encontró pequeñas fuentes de agua lo que indica la importancia ecológica que pudo tener el Volcán Ilaló cuando poseía toda su cobertura vegetal (Figura 16).

Por lo tanto todos los datos adquiridos son congruentes con la información recabada acerca de la presión antropogénica que ha sufrido el Volcán Ilaló, pues la zona ha sido ampliamente conocida como lugar de abastecimiento de carbón y madera para la ciudad de Quito, de esta manera se logra ver en un artículo publicado por el Diario El Comercio (Rodríguez, 1931), en donde se menciona la tala indiscriminada del bosque del Volcán Ilaló por parte de comerciantes; además al contrastar las especies encontradas con los usos que se tiene para dichas especies, se pudo observar que la gran mayoría de las especies están catalogadas como materia prima para la fabricación de carbón (Figuras 14 y 15; Tabla 7).

7.7 PRESENCIA DE OTROS GRUPOS DE ESPECIES EN LOS REMANENTES

Algunos estudios concluyen que la biodiversidad y abundancia, en el Volcán Ilaló, es muy baja debido a la alteración del hábitat y que se debería dar una plantación agresiva de especies nativas para su conservación y el turismo, ya que el área severamente alterada tiene condiciones desfavorables para el reclutamiento de flora nativa por la plantación de eucalipto y que además esta alteración, por ejemplo, ha provocado entre otras cosas la disminución en la diversidad de ciertas especies (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, 2010).

En este aspecto se puede mencionar que en el volcán se han registrado 34 especies de aves de 17 familias y 5 ordenes (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales., 2010). El orden más diverso fue Passeriformes y la familia más diversa fue Tyrannidae (atrapamoscas) – seis especies, Emberizidae (semilleros) con cinco especies y Thraupidae (sigchas) con cuatro especies (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, 2010). Y en relación a reptiles y anfibios se han encontraron dos especies de anfibios (*Gastrotheca riobambae* y *Pristimantis*

unistrigatus) y cinco especies de reptiles: *Pholidobolus montium*, *Riama unicolor*, *Stenocercus guentheri*, *Liophis epinephelus albiventris* y *Mastigodryas pulchriceps* (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, 2010). Con relación a especies acuáticas de agua dulce no se encontraron a ninguna a excepción de especies introducidas para la acuicultura: *Xiphophorus hellerii* (pez cola de espada) y *Oreochromis mossambicus* (tilapia de Mozambique). Otras especies registradas fueron: *Sylvilagus brasiliensis* (conejo), *Conepatus semistriatus* (zorrillo), *Didelphis albiventris* (raposas), *Mustela frenata* (chucuri), y rara vez *Lycalopex culpaeus* (Lobo de páramo) (Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales, 2010), ciertamente todos estos datos indican la poca biodiversidad presente en el Volcán Ilaló.

7.8 TRANSCENDENCIA DEL VOLCÁN ILALÓ

La importancia tanto física como de albergue para algunas especies, ha sido objeto en varios estudios, ya que el Volcán Ilaló, se encuentra rodeado por algunos acuíferos de mayor o menor tamaño, dentro de estos se destacan el de Los Chillos y el de Cumbayá; pero existe una que se encuentra delimitado por el río San Pedro, Machángara y Chiche y que involucra directamente al Volcán Ilaló (Manciati, 2014), denominándolo Acuífero Ilaló (Taupin *et al.*, 2011) o también lo mencionan como Acuífero confinado al interior del Volcán Ilaló y la recarga se realizaría desde aguas profundas a una distancia de 6 a 7 km, desde la cordillera oriental (Alulema, 2009).

Su importancia también radica en el aspecto arqueológico, como ya se ha mencionado los objetos encontrados en las inmediaciones del volcán datan de finales del Pleistoceno (Espín, 1997; Nami, 2014), encontrándose inclusive ciertas piezas de madera que datan de hace 13 000 años (Mothes, 1998); y tanto en el Inga como en el Tingo, los objetos hallados parecen ser similares (Espín, 1997; Nami, 2002). Y es que se han establecido zonas de vida

para los asentamientos humanos, estas se ha definido como: zonas de ocupación a la Zona Nival o Gélida, ubicada desde la cordillera oriental (4 000 a 4 200 m s.n.m.), luego la Zona de los Páramos, desde la falda de los cerros de la cordillera oriental (3 200 a 4 000 m s.n.m.), después la Zona Templada Interandina ubicada entre los 2 500 y 3 200 m s.n.m., zona caracterizada por abundante biodiversidad faunística y florística (Espín, 1997; Knapp, 1988).

Además se considera a la Zona de los Páramos y Zona Templada de mayor relevancia, ya que de la Zona Gélida los habitantes podían obtener agua y realizar los campamentos, mientras de la Zona Templada podían obtener alimentos y realizar herramientas, afirmando la hipótesis sugerida que los primeros habitantes eran cazadores y recolectores (Espín, 1997, Landázuri, 1990). Considerando, además, que la mayoría de estas zonas de vida comprenden o se enmarcan dentro de la altitud del Volcán Ilaló, generando un lugar propicio para el desarrollo de los primeros asentamientos humanos (Augé-Laribé, 1960; Harman, 2008; Hawkes, 1963).

Por otro lado un tema a tomar en cuenta es que de las especies registradas, la especie *Salvia quitensis*, se encuentra registrada como una de las siete especies endémicas para la Ciudad de Quito, además, un individuo de la especie *Myrcianthes rhopaloides*, localizado en la parte alta del Volcán Ilaló, conocido en el lugar como “Huila o El Árbol del Señor” está considerado como árbol patrimonial para la Ciudad de Quito, por su antigüedad y su valor cultural. Esta información sugiere que el volcán puede alojar algunas especies vegetales con un altísimo valor de conservación y a su vez de riqueza cultural, no solo para los comuneros de la zona, sino también para toda la ciudad de Quito.

7.9 CONSERVACIÓN DEL VOLCÁN

Las comunidades asentadas alrededor del volcán mantienen a este volcán como un lugar especial, y esto se ve mencionado, por ejemplo, en el plan de desarrollo y ordenamiento de Alangasí, 2012 donde se menciona al Volcán Ilaló como su principal atractivo turístico, de igual manera al sitio de Cumbayá ó "*Pueblo de Guabas*" se lo consideraba un lugar especial de los Incas (Marín y Martínez, 2005).

Pero el interés por la conservación del Volcán Ilaló ya data desde 1757 por el reclamo de los caciques a las autoridades españolas para protegerlo (Moscoso, 2008), y en el año de 1928 se menciona al Volcán Ilaló como sitio de personas aborígenes y con abundancia de flora (Chiriboga, 1928), por lo que hasta la presente fecha se siguen dando esfuerzos por varias comunas para proteger al volcán (Burbano y Lasso, 2006; Loachamin, 2000; Pérez, 2003).

Cabe recalcar que la conservación del Volcán Ilaló, comprende además el entendimiento de la disminución considerable de los servicios ambientales ó ecológicos que los remanentes ofrecen, entre estos servicios se pueden mencionar: la regularización de temperaturas o la formación de microclimas que ofrece un refugio de flora y fauna en un lugar determinado, proveer fuentes de agua y ser un ente regulador de este liquido, proteger los suelos con la inmensa masa radicular de las plantas nativas, captura de carbono, recurso paisajístico y/o turístico (Espinoza, 1999; GTP, 2008), siendo muy importante también establecer el valor ecológico del ciclo hidrológico, desde la precipitación, pasando por la precipitación interna, el escurrimiento, la infiltración al suelo y la escorrentía, siendo el más susceptible cuando se ve alterado un bosque nativo (Armijos y Lima, 2011), además también se pierde la capacidad de regulación del ambiente, gracias a factores como las erosiones genéticas, las mismas que son soportadas por las especies que quedan remanentes después de una degradación o perturbación, dándose como alternativa a este hecho, la preservación de especies propias del sitio para ser propagadas en un lapso de tiempo largo, teniendo de esta

manera una buena estructura poblacional genética (Azpilicueta *et al.*, 2011). Entendiendo que todas las fases de degradación como la fragmentación de los bosques, su consecuente deterioro y la sustitución con otras especies (Bannister *et al.*, 2013), se han presentado en el Volcán Ilaló a lo largo de mucho tiempo (Tabla 7).

Por lo tanto se ve necesario que se inmiscúa a la restauración biológica debido a la necesidad de tener un ecosistema que sea capaz de poder acoplarse al dinamismo natural original, antes presente, además requiriéndose de una sucesión ecológica progresiva, siendo una técnica base identificar la causa de la perturbación o deterioro para frenarla, lo que, algunos autores lo mencionan como: recuperación pasiva; teniendo en consideración que en algunos casos la destrucción es irreversible. También se puede hacer usos de métodos de recuperación activa, lo que implica la aplicación de acciones que involucran remoción de especies exóticas y reforestación, por ejemplo (Hernández *et al.*, 2012). Estos dos tipos de regeneración o recuperación pueden ser aplicadas en toda la superficie del volcán. Y es que el cuidado de los remanentes nativos del Volcán Ilaló implica no solamente la protección a las últimas especies que algún día dominaron todo el volcán sino también a los servicios a corto, mediano y largo plazo que nos puede brindar la recuperación de los remanentes de bosque nativo (Figura 18; Tabla 7).

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este estudio se evidencia una similitud en la diversidad de especies entre los dos remanentes seleccionados en el Volcán Ilaló, por lo que además se sugiere la investigación en temas relacionados con la ecología forestal de los remanentes de vegetación en proceso de recuperación para comprender mejor la dinámica de adaptación de las especies que se encuentran inmersas dentro de grandes presiones antropogénicas.

Se encontraron tres especies con valores de diversidad mayores (*Oreopanax ecuadorensis*, *Vallea stipularis* y *Geissanthus pichincae*) por lo que se exhorta a la realización de proyectos o trabajos de investigación que complementen el ya realizado, especialmente para las zonas medias y bajas del Volcán Ilaló, con la finalidad de poseer un conocimiento general del tipo de vegetación que se puede encontrar en diferentes altitudes, y a través de ello poder establecer parámetros más amplios entre los diferentes flancos del volcán y poder conocer la vegetación aún presente.

Por otro lado se hallaron tres especies del género *Myrcianthes* sp. por lo que posiblemente el volcán tuvo en su momento una cobertura vegetal muy densa de este género, siendo recomendada la realización de estudios que permitan esclarecer el tipo de vegetación preexistente en el volcán, como la palinología y la paleontología, permitiendo de esta manera componer una visión ancestral del conglomerado de ecosistemas que pudieron haberse combinado en la zona del volcán y poder corroborar lo que se menciona en los registros históricos acerca de la riqueza y biodiversidad que antaño poseía el Volcán Ilaló. También con la realización de este tipo de estudios se puede buscar la relación entre los asentamientos

humanos y los servicios del ecosistema que proporcionaba el volcán comprendiendo de esta forma el vínculo especial que han tenido los seres humanos hacia el Volcán Ilaló.

Se invita a otros investigadores a realizar estudios en diferentes campos como: herpetología, ornitología, micología y zoología, así como también en el campo de la botánica con herbáceas, epífitas, musgos y líquenes; con la finalidad de esclarecer, de alguna manera, el acoplamiento, de las diferentes especies, a las presiones antropogénicas a las que han estado expuestas durante mucho tiempo y poder saber si estas especies presentan algún tipo de características que les permitan sobrevivir en un medio tan degradado y con pocos recursos que escasean paulatinamente.

Además se incita a la divulgación de los resultados de los estudios que se realicen en el Volcán Ilaló con el objetivo de incrementar el conocimiento de la comunidad en general y de esta manera tener jóvenes y adultos conocedores de los orígenes geológicos del volcán así como de la biodiversidad que algún día tuvo el Volcán Ilaló y que así puedan comprender la importancia de cuidar y proteger este lugar.

Se necesita del involucramiento de las comunidades asentadas alrededor del Volcán Ilaló con los estudios que se realicen en la zona del volcán, ya que las propias comunidades poseen un afecto especial hacia la protección del Volcán Ilaló, y la información obtenido por estudios científicos debería depurarse para ser fácilmente entendible y de esta manera proporcionar herramientas sólidas sobre las que las propias comunidades puedan tomar decisiones para la conservación y la protección del volcán.

9. LITERATURA CITADA

- Acevedo, J; Valdéz, I. y Poggi, H. **¿Cómo medir la diversidad?** Departamento de Biotecnología y Bioingeniería CINVESTAV-IPN. México. ECATEPEC. p. 25. 2006
- Acosta, M. **Los recursos naturales del Ecuador y su Conservación.** Primera Parte. Publicaciones Científicas MAS. México D.F. p.130-154. 1965.
- Acosta, V., Araujo, P. e Iturre, M. **Caracteres Estructurales de las Masas.** Cátedra de Sociología Vegetal y Fitogeografía Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Argentina. Universidad Nacional de Santiago del Estero, 2006.
- Albuja, L., Ibarra, M., Urgilés J. y Barriga, R. **Estudio preliminar de los vertebrados ecuatorianos.** Quito. Escuela Politécnica Nacional, 1980.
- Alulema, R. **Método de Perforación en el Acuífero de Agua Termal Ilaló utilizando aire comprimido.** Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable de Quito EMAAP-Q, 2009.
- Alvis J. **Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del Municipio de Popayán.** Facultad de Ciencias Agropecuarias, grupo de Investigación TULL. Universidad del Cauca. Vol 7 No. 1 Enero – Junio, 2009.
- Anchaluisa, S. y Suárez, E. Efectos del fuego sobre la estructura, microclima y funciones ecosistémicas de plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*; Myrtaceae) en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. **Avances**, Vol. 5, No. 2, Pags. B14-B23. 2013
- Armijos, J. y Lima, A. **Monitoreo de la regeneración natural en zonas alteradas e identificación de especies forestales potenciales para recuperación hídrica en la**

- microcuenca Jipiro, cantón Loja.** Tesis previo a la obtención de Ingeniero Forestal. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables. Carrera Ingeniería Forestal. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja. 2011.
- Aspiazu P., Luna M. y Gómez J. **Geografía del Ecuador.** Segunda edición. Quito. Equipo Editorial, 2004.
- Augé-Laribé, M. **La Revolución Agrícola.** Unión tipográfica Editorial Hispano Americana. Mexico, 1960.
- Azpilicueta, M; Gallo, L; Pastorino, M. y Lozano, L. **Aspectos genéticos de la restauración ecológica del bosque nativo. Ejemplos de aplicación en la Región Andino-Patagónica.** Serie técnica Sistemas Forestales Integrados. Argentina. Área Forestal-INTA EEA Bariloche. 2011.
- Balcázar, J. y Montero, J. **Estructura y Composición florística de los Bosques en el sector de Pando - Informe II.** Documento técnico 108/2002. Contrato USAID:511-C-00-93-00027 Chemomics International Inc. USAID/Bolivia, 2002.
- Bannister, J; González, M; Little, C; Gutiérrez, A; Donoso, P; Mujica, R; Müller-Using, S; Lara, A; Bustamante-Sánchez, M; Bannister, A; Caracciolo, A; Echeverría, J; Suárez, J. y Zambrano, C. Experiencias de restauración en los bosques nativos del sur de Chile: Una mirada desde la Isla Grande de Chiloé. **Revista Bosque Nativo** 52: 35 - 43, 2013.
- Baquero, M. **Determinación de hierro y manganeso en agua subterránea en zonas de las parroquias del Distrito Sur Rural: Alangasí, la merced y el Tingo por medio de la técnica de espectrofotometría de absorción atómica.** Disertación previa a la obtención del título de Licenciatura en Ciencias Químicas, especialidad Química Analítica. Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2008.

- Barrera, C., Maldonado, A., Mena, P. y Larrea, F. **Bosques nativos andinos y sus comunidades – Caracterización e identificación de la problemática en Ecuador.** Cooperación para el desarrollo y la ayuda humanitaria (DDA-Suiza) Intercooperation y Unión Mundial para la naturaleza (UICN) Tomo I. Quito. Adoum Ediciones, 1993.
- Bell, R. **Investigaciones Arqueológicas.** Departamento de Antropología Universidad de Oklahoma. Quito. Editorial Casa de la cultura Ecuatoriana, 1965.
- Bonifaz, E. **Cazadores Prehistóricos del Ilaló.** Quito-Ecuador. Varela 90, 1979.
- Burbano, E. y Lasso, M.J. **Propuesta ecoturística y comunitaria de Tola Chica Ilaló-Pichincha.** Disertación previa a la obtención del título de licenciatura en turismo con mención en ecoturismo. Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2006.
- Carrera, M. y Mosquera M. **Diseño Vial de la Comunidad La Toglla – Guangopolo.** Tomo I. Facultad de Ingeniería. Unidad Académica de Transportes. Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 1997.
- Cerón, C.M. Conferencia “**Novedades Botánicas en los remanentes del Volcán Ilaló**” Quito D.M. Museo de Historia Natural Gustavo Orcés V. Escuela Politécnica Nacional, 2015.
- Chiriboga, M. Por los campos aledaños de Quito. **El Comercio.** p.4, 1928.
- Cornejo, R. **Estudio Geotérmico en el Valle de los Chillos. II Fase Los Volcánicos Ilaló.** INE-Escuela Politécnica Nacional. Anexo 2: Vera Ramón. Características Petrográficas y Paleogeográficas del Conglomerado Chiche en los alrededores del Ilaló, 1983.
- Cornejo, R. **Los Volcánicos Ilaló.** Quito. Escuela Politécnica Nacional Estudio Geotérmico en el Valle de los Chillos INE-EPN II Fase, 1983.
- Costales, A. **Ilaló, la montaña luminosa.** Comunicaciones OCP Ecuador SA. Ecuador, 2006.

- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel, P., Macía, M. J. y Balslev, H. (eds.) **Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador**. Herbario QCA & Herbario AAU. Quito & Aarhus, 2008.
- Espín, J. **¿Quiénes fueron los primeros pobladores del Valle de los Chillos?** Sangolquí-Ecuador. Instituto de Cultura y Educación Popular Telmo Hidalgo, 1997.
- Espinoza, N., Gatica, J. y Smyle, J. **El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el Medio Rural**. Unidad Regional de Asistencia Técnica RUTA. Serie de Publicaciones RUTA. p. 11-21. 1999.
- Estrella M., Yopez, H. y Jansen, A. **Geología Estructural del Cerro Ilaló y sus alrededores**. Quito. Escuela Politécnica Nacional Estudio Geotérmico en el Valle de los Chillos INE-EPN, 1983.
- GTP Grupo de Trabajo en Páramos del Ecuador. **Páramo y servicios ambientales**. Quito. Ediciones Abya Yala. p. 6-14. 2008.
- Hall, M. **El Volcanismo en el Ecuador**. Instituto Ecuatoriano de Geografía e Historia. Quito. Biblioteca Ecuador, 1977.
- Harman, C. **Historia mundial del pueblo**. Desde la edad de piedra hasta el nuevo milenio. Madrid-España. Ediciones Akal, 2008. p. 20-24.
- Hawkes, J. **Historia de la Humanidad**. Desarrollo cultural y científico. Tomo I. Prehistoria. Comisión Internacional para una historia del desarrollo cultural y científico de la humanidad. Buenos Aires. Editorial Sudamericana, 1963. p. 269-336.
- Hernández, A., Langdon, B. y de Arellano, P. **Plan de Restauración del Bosque Nativo Arauco**. Segunda Versión. Chile. Arauco. p. 1-69. 2012.
- Hidalgo, F. **Descripción y Fuentes Históricas de los Antiguos Bosques del Ecuador**. Quito. Ediciones del Banco Central del Ecuador, 2007.

- Hidalgo, F. **Los antiguos paisajes forestales del Ecuador. Una reconstrucción de sus primitivos ecosistemas.** Quito. Ediciones ABYA-YALA, 1998.
- Hill, M. Diversity and evenness: a unifying notation and its consequences. **Ecology** **54**: 427–431. 1973.
- Jørgensen, P.M. & León-Yáñez, S. (eds.). **Catalogue of the vascular plants of Ecuador.** Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 75: i–viii, 1–1182, 1999.
- Josse, C., Navarro, G., Comer, P., Evans R., Faber-Langendoen D., Fellows M., Kittel G., Menard S., Pyne M., Reid M., Schulz K., Snow K., and Teague J. Ecological Systems of Latin America and the Caribbean: A working classification of terrestrial system. **NatureServe.** Arlington, VA, USA, 2003.
- Jost, L. Entropy and diversity. **Oikos** **113**: 363–375. 2006.
- Knapp, G. **Ecología cultural prehispánica del Ecuador.** Biblioteca de Geografía Ecuatoriana. Quito. Banco Central del Ecuador, 1988.
- Landázuri, C. **Visita y Numeración de los Pueblos del Valle de los Chillos 1551-1559.** Fuentes para la Historia Andina. Quito. Ediciones ABYA-YALA, 1990.
- León-Yáñez, S., Valencia, R. Pitman, L. Endara, C. Ulloa Ulloa y Navarrete, H. (eds.) **Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador.** Segunda Edición. Quito. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2011.
- Linares, G., **Escalamiento Multidimensional: conceptos y enfoques.** Departamento de Matemática Aplicada. Facultad de Matemática y Computación. Cuba. Universidad de la Habana, 2001.
- Loachamin, T. **La cultura popular frente a la modernidad en el Valle de los Chillos: parroquia La Merced.** Disertación previa a la obtención del título de licenciada en

- ciencias de la educación y profesora de segunda enseñanza, en la especialización de historia y geografía. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, 2000.
- López, F. **Geología del Cuaternario entre el flanco este del Volcán Ilaló y el Sector El Tablón**. Tesis de Grado. Quito. Facultad de Geología, Minas y Petróleo. Universidad Central del Ecuador, 1985.
- Lugo, D., Aguilar, V., Casotto, M., Laurentin, A. y Gómez, A. **Aplicabilidad de estadística multivariada para estudios nutricionales: bioensayo con el gorgojo de arroz (*Sitophilus oryzae* L)**. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición. Vol.63 N°3, 2013.
- Manciati, C. **Modélisation des interactions surface – souterrain du système aquifère de Tumbaco/Cumbayá (Equateur)**. France. Université Montpellier, 2014.
- INAMHI. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Ecuador. Mapas:
- Mapa Climas del Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Escala 1:1000000. Proyección UTM Zona 17 S.
 - Mapa de precipitación media multianual serie 1965-1999. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Escala 1:1000000. Proyección UTM Zona 17 S.
 - Mapa de temperatura media multianual serie 1965-1999. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Escala 1:1000000. Proyección UTM Zona 17 S.
 - Mapa Geológico Nacional de la República del Ecuador. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Escala 1:1000000. 1982.
- Marín, L. y Martínez, I. **Algunas reflexiones sobre el Ecuador prehispánico y la Ciudad Inca de Quito**. Quito. Centro de Estudios Quito-Ecuador. Editorial Junta de Andalucía, 2005.

- Ministerio del Ambiente del Ecuador. **Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental**. Quito. Subsecretaría de Patrimonio Natural, 2013.
- Moscoso, L. **El Valle de Tumbaco. Acercamiento a su historia, memoria y cultura**. Quito. FONSA, 2008.
- Mothes, P. **Actividad Volcánica y Pueblos Precolombinos en el Ecuador**. Quito. Ediciones ABYA-YALA, 1998.
- Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN) – Secretaria de Ambiente (SA) del Distrito Metropolitano de Quito. **Áreas Naturales del Distrito Metropolitano de Quito: Diagnostico Bioecológico y SocioAmbiental**. Reporte Técnico N°1. Serie de Publicaciones del Museo Ecuatoriano de Ciencias Naturales (MECN). 1-216pp. Quito-Ecuador. Imprenta Nuevo Arte, 2010.
- Nami, H. **An AMS 14C Date from a Late-Pleistocene Deposit in the Ilaló Región, Ecuador: Implications for Highland Paleoindian Occupation**. CONICET-INGEODAV. Departamento de Ciencias Geológicas. Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales. Argentina. Universidad de Buenos Aires, 2002.
- Nami, H. **Observaciones para conocer secuencias de reducción bifaciales paleoindias y puntas Fell en el Valle del Ilaló**, Ecuador. Población de América del Sur: la contribución de la tecnología lítica. Sociedade de Arqueologia Brasileira. XVI Congresso, 2014.
- Olade (Organización Latinoamericana de energía). **Proyecto de Investigación Geotérmica de la República del Ecuador**. Quito. Estudio de reconocimiento. Conclusiones y Recomendaciones Geo-Volcanológicas, 1980.

- Olade B (Organización Latinoamericana de energía). **Proyecto de Investigación Geotérmica de la República del Ecuador**. Quito. Estudio de reconocimiento. Investigación Hidrogeológica- Tablas de los Datos de Ubicación de los puntos de agua, 1980.
- Olade C (Organización Latinoamericana de energía). **Proyecto de Investigación Geotérmica de la República del Ecuador**. Quito. Estudio de reconocimiento. Informe Hidrogeológico, 1980.
- Orellana, L. **Determinación de Índices de diversidad Florística Arbórea en las parcelas permanentes de muestreo del Valle de Sacta**. Facultad de Ciencias Agrícolas, Forestales y Veterinarias. Escuela de Ciencias Forestales. Trabajo elaborado para la obtención del título de técnico superior forestal. Cochabamba-Bolivia. Universidad Mayor de San Simón, 2009.
- Pazmiño, S. **Propuesta para la optimización del uso turístico de los senderos pertenecientes a la Comunidad Leopoldo Chávez en el Volcán Ilaló**. Disertación previa a la obtención del título de licenciatura en Turismo con mención en Ecoturismo. Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2007.
- Pérez, A. **Propuesta de desarrollo Ecoturístico comunitario para la comunidad de San Francisco de la Tola Grande, Ilaló-Cantón Rumiñahui**. Disertación previa a la obtención del título de licenciatura en turismo con mención en ecoturismo. Quito. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2003.
- Alangasí. **Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Parroquia Alangasí 2012-2015**. Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial de Alangasí. 2012.
- Pruna, V. **El eucalipto alternativa poco ecológica de reforestación en la zona oriental de Salcedo**. Tesis previa a la obtención de Licenciado en Ciencias de la educación

- Mención Ecología y Medio Ambiente. Quito. Universidad Tecnológica Equinoccial. Sistema de Educación a Distancia. Carrera de Ciencias de la Educación. 2014.
- EMAAPQ. Empresa Metropolitana de Alcantarillado y Agua Potable - PSA. Programa de Saneamiento Ambiental. **Plan de Manejo del Cerro Ilaló**, 2006
- Quintana, C. **Diversity and ecological ranges of plant species from dry inter-Andean valleys**. PhD Thesis. Departament of Bioscience. Denmark. Aarhus University. p. 1-117. 2015
- Rodríguez, B. y Vallejo, P. **Distribución, especiación y movilización del arsénico en las aguas geotermales de la zona centro-norte de los andes ecuatorianos**. Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Geógrafo y del Medio Ambiente. Quito. Escuela Politécnica del Ejército, 2007.
- Rodríguez. Contra las disposiciones del Gbno. se está talando el monte que existe sobre el Cerro Ilaló. **El Comercio**. p.1, 1931.
- Román J.L. y Lara, P. **Ecuador Fósil. Nuestros Animales Prehistóricos**. Quito-Ecuador. Editorial Pablo-Lara. Paleovisual, 2011.
- Ruales, C. **Estudios para la recuperación de la flora nativa en el Valle de Tumbaco – Distrito Metropolitano de Quito: Inventario Florístico y ensayo de propagación vegetativa**. Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Máster en Gestión Ambiental (Msc). Quito. Universidad San Francisco de Quito, 2007.
- Salazar, E. **El Hombre Temprano en la Región del Ilaló Sierra del Ecuador**. Departamento de Difusión Cultural de la Universidad de Cuenca. Cuenca-Ecuador. Talleres Gráficos, 1979.
- Salazar, E. **Entre Mitos y Fábulas – El Ecuador Aborígen**. Quito. Corporación Editora Nacional, 1995.

- Salazar, E. **Mitos de Nuestro Pasado**. Quito. Museo del Banco Central, 1982.
- Salazar, E. **Talleres Prehistóricos en los Altos Andes del Ecuador**. Cuenca. Publicaciones del Departamento de Difusión Cultural de la Universidad de Cuenca, 1980.
- Sánchez J. **Introducción a la estadística no paramétrica y al análisis multivariado**. Digital innovación. Quito. Derechos Reservados, 2012.
- Sauer, W. **Geología del Ecuador**. Quito. Talleres Gráficos del Ministerio de Educación, 1965.
- Sierra, R. (Ed.). **Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental**. Quito-Ecuador. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia, 1999.
- Sistema de Educación Intercultural Bilingüe. **Culturas prehispánicas del Ecuador**. Quito. Edición Macac, 2011.
- Sites.google.com. **Parroquia Tumbaco** “(s.f.)” Consultado el 17 de octubre de 2014, de: <https://sites.google.com/site/parroquiaturumbaco/home/historia>
- Solís, A. **Fitogeografía y Vegetación de la Provincia de Pichincha**. Instituto Panamericano de Geografía e Historia. México. Plan Piloto del Ecuador. Sección de Geografía, 1962.
- Soto, M. y Veiras, X. **La conflictividad de las plantaciones de eucalipto en España (y Portugal). Análisis y propuestas para solucionar la conflictividad ambiental y social de las plantaciones de eucalipto en la península Ibérica**. Greenpeace. España. p. 20-43. 2011.
- Tadele, D., Luleka, E., Dantie, D. y Assefa, A. Floristic diversity and regeneration status of woody plants in Zengena Forest, a remnant montane forest patch in northwestern Ethiopia. **Journal of Forestry Research** 25(2):329-336, 2013.

- Taupin, J.D, Leduc, C. y Muñoz, T. Preliminary geochemical and isotope results in a hydrogeologic complex volcanic system aquifer in Tumbaco-Cumbayá region (Ecuador). **Central European Geology** 54, 2011.
- Tober-Zambrano. Ilaló. Coturko hike. Quito. Tobar-Zambrano © 2013. Imagen tomada del sitio Blogspot: <http://tober-zambrano.blogspot.com/2013/06/coturco-hike.html>
- Trigoso, J. Bases **Técnicas para el Manejo Forestal en Bosques Secundarios. Una aproximación al análisis de la dinámica poblacional de los bosques secundarios de selva central del Perú.** Evaluación Integral y estrategia para el manejo sostenible de los bosques secundarios de la región de selva central del Perú. Proyecto INRENA-ITTo-PD 138/02 REV.2, 2008.
- Valencia, R. **Composición y Estructura de un Bosque Andino en el Volcán Pasochoa, Ecuador.** Tesis previa a la obtención del título de licenciado en Ciencias Biológicas. Quito-Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 1988.
- Valencia, R., Cerón, C., Palacios, W. y Sierra, R. **Las Formaciones Naturales de la Sierra del Ecuador.** En R. Sierra (Ed.). Propuesta Preliminar de un Sistema de Clasificación de Vegetación para el Ecuador Continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Ecociencia. Quito, Ecuador, 1999.
- Villareal, V. **Evaluación de la vulnerabilidad a la contaminación del acuífero del Valle de los Chillos en base de parámetros hidrogeológicos.** Tesis de grado previa la obtención del título de ingeniera geóloga. Escuela de Ingeniería en Geología. Quito. Universidad Central del Ecuador, 2006.
- Vuilleumier, B. Pleistocene changes in the fauna and flora of South America. **Science** 173:771-780, 1971.

Wolf, T. **Geografía y Geología del Ecuador: Publicada por Orden del Supremo.** Leipzig.
Gobierno de la República, 1892.

Yela, M. **Los Hijos del Ilaló y el despojo de sus tierras ancestrales.** FIAN Ecuador. Quito-
Ecuador. Zona Cuario, 2011.

10. FIGURAS



Figura 1. Volcán Ilaló. Vista Este-Oeste del volcán, al fondo el Cerro Lumbisí y el Volcán Pichincha. Imagen tomada por la Familia Tobar-Zambrano © 2013.



Figura 2. Vista satelital del Volcán Ilaló. a) Ubicación de los remanentes. b) Remanente 1: “San Francisco de Baños – La Merced” (11.9 ha). c) Remanente 2: “Tola Chica” (11.9 ha), se muestra la ubicación de los cuadrante. ©Google Earth 2015.



Figura 3. Vista panorámica de los remanentes. a) Remanente 1 “San Francisco de Baños – La Merced”. b) Remanente 2 “Tola Chica”.

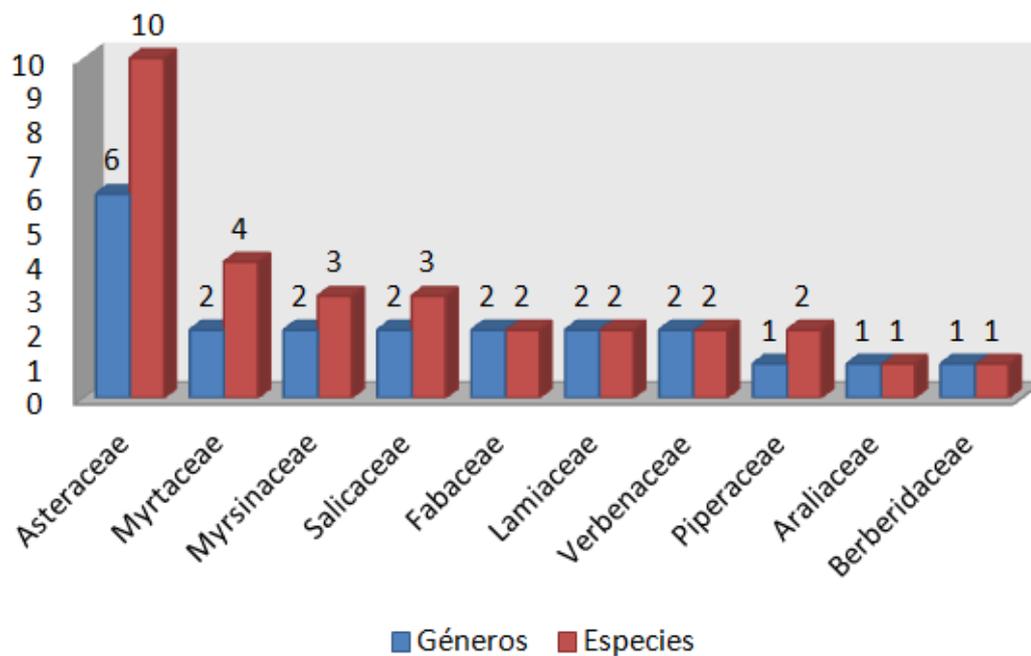


Figura 4. Número de géneros y especies de las 10 familias más representativas de los dos remanentes.

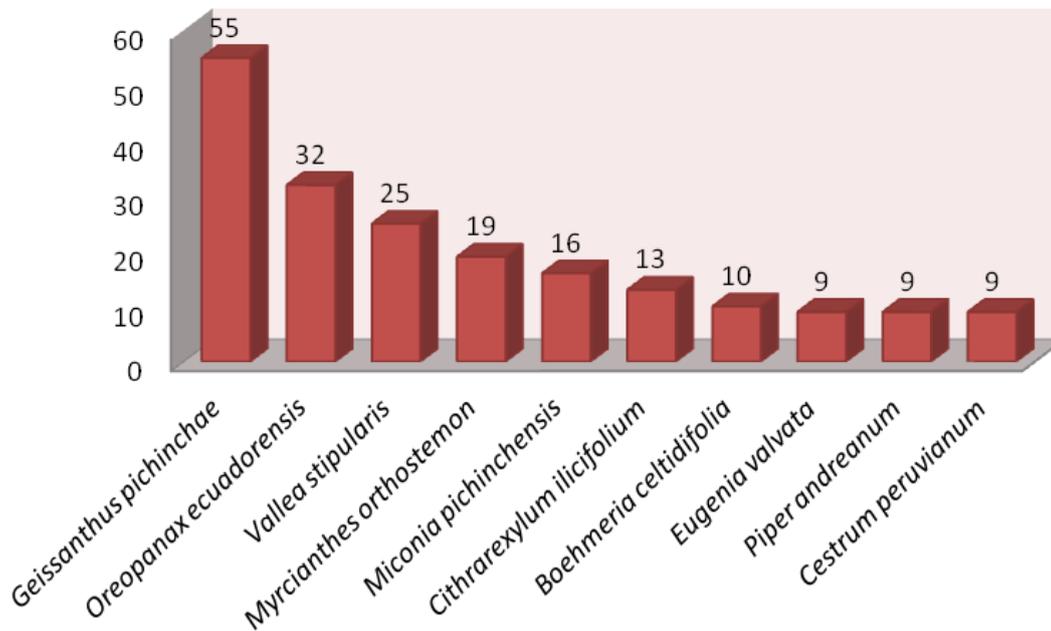


Figura 5. Número de individuos de las 10 especies más representativas en el Remanente 1.

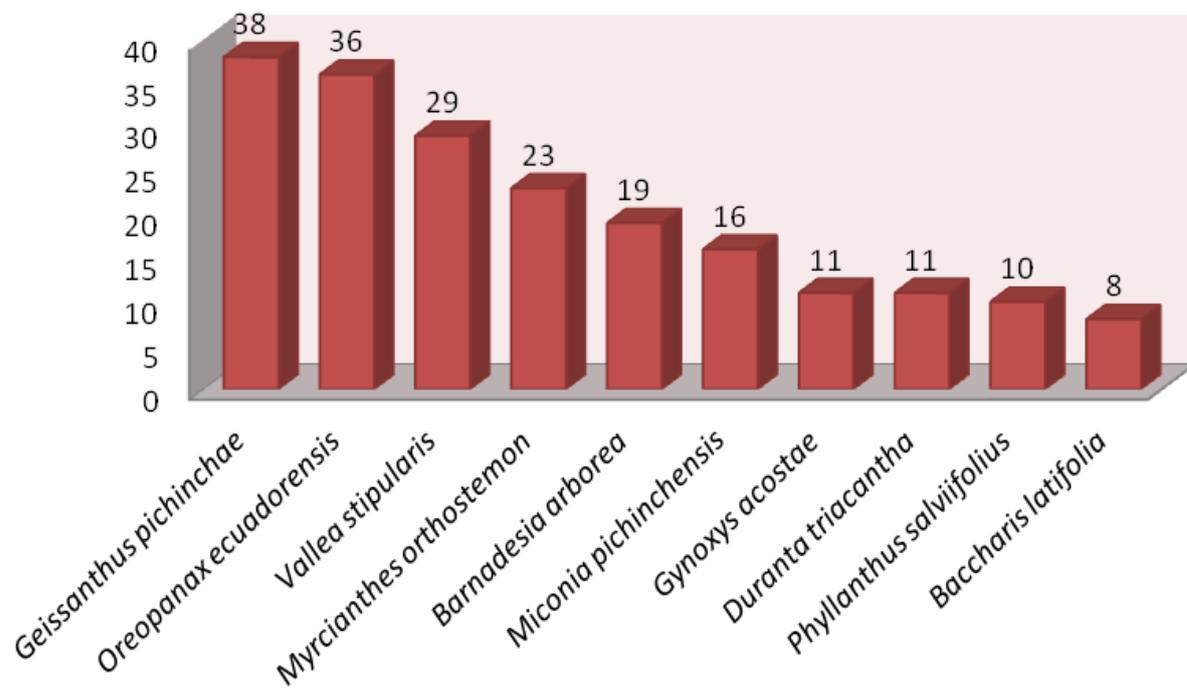


Figura 6. Número de individuos por especie de las 10 especies más representativas en el Remanente 2.

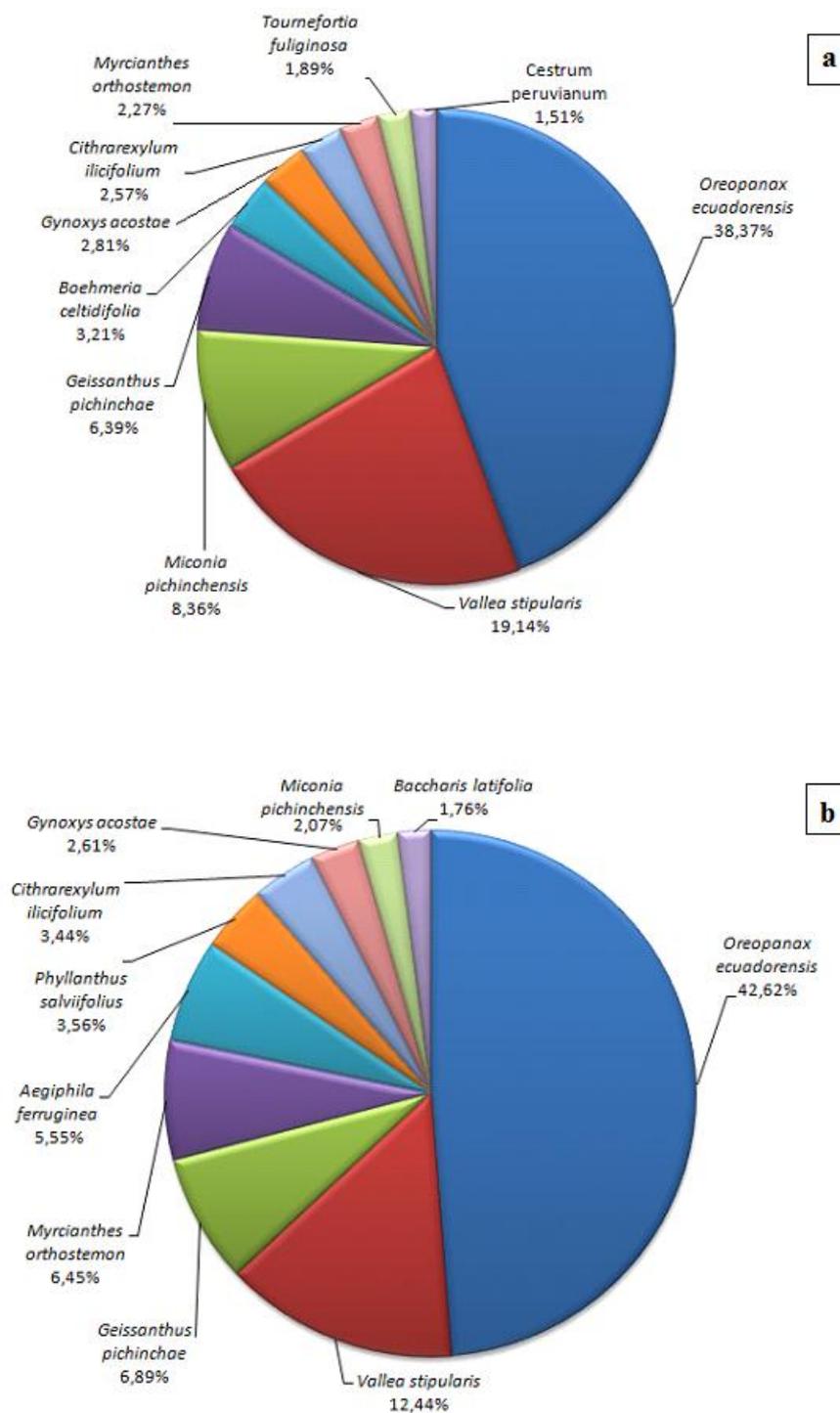


Figura 7. Comparación porcentajes de dominancia entre los remanentes. a) Dominancia en el remanente 1. b) Dominancia en el remanente 2.

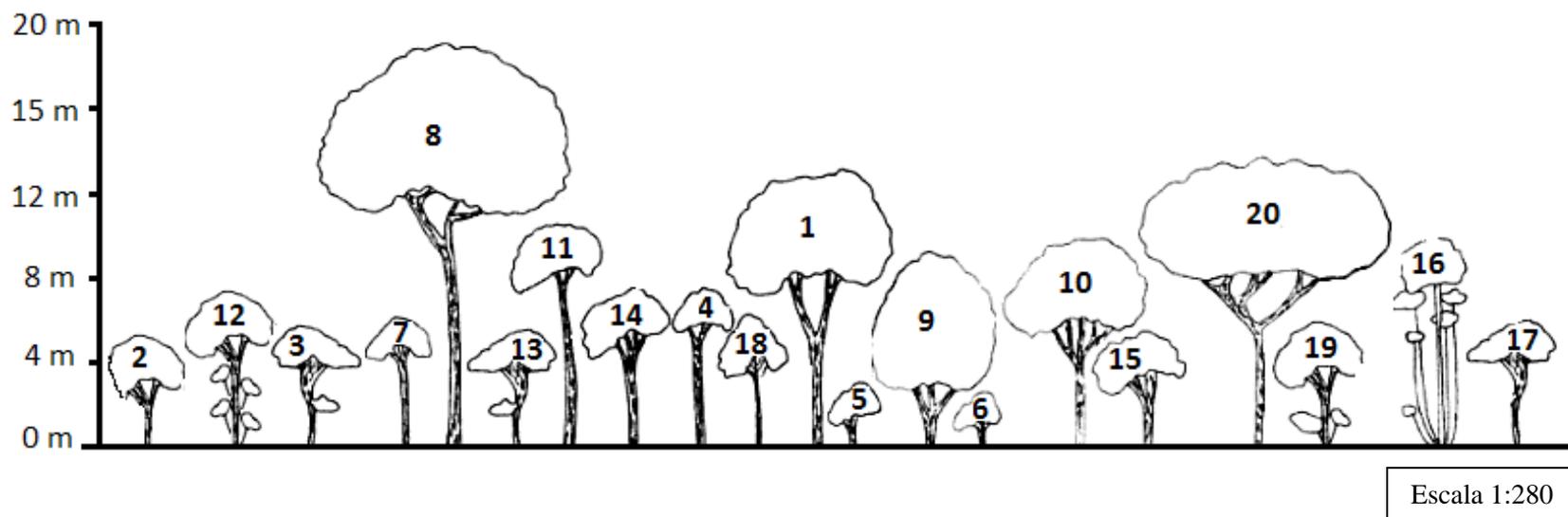


Figura 8. Perfil de Vegetación. Especies: 1: *Aegiphila ferruginea*; 2: *Casearia mexiae*; 3: *Duranta triacantha*; 4: *Gynoxys acostae*; 5: *Geissanthus pichincae*; 6: *Miconia pichinchensis*; 7: *Hesperomeles obtusifolia*; 8: *Oreopanax ecuadorensis*; 9: *Buddleja cf. incana*; 10: *Phyllanthus salviifolius*; 11: *Barnadesia arbórea*; 12: *Berberis hallii*; 13: *Myrcianthes myrsinoides*; 14: *Myrcianthes rhopaloides*; 15: *Myrcianthes orthostemon*; 16: *Cithrarexylum ilicifolium*; 17: *Tournefortia fuliginosa*; 18: *Salvia quitensis*; 19: *Cestrum peruvianum*; 20: *Vallea stipularis*.

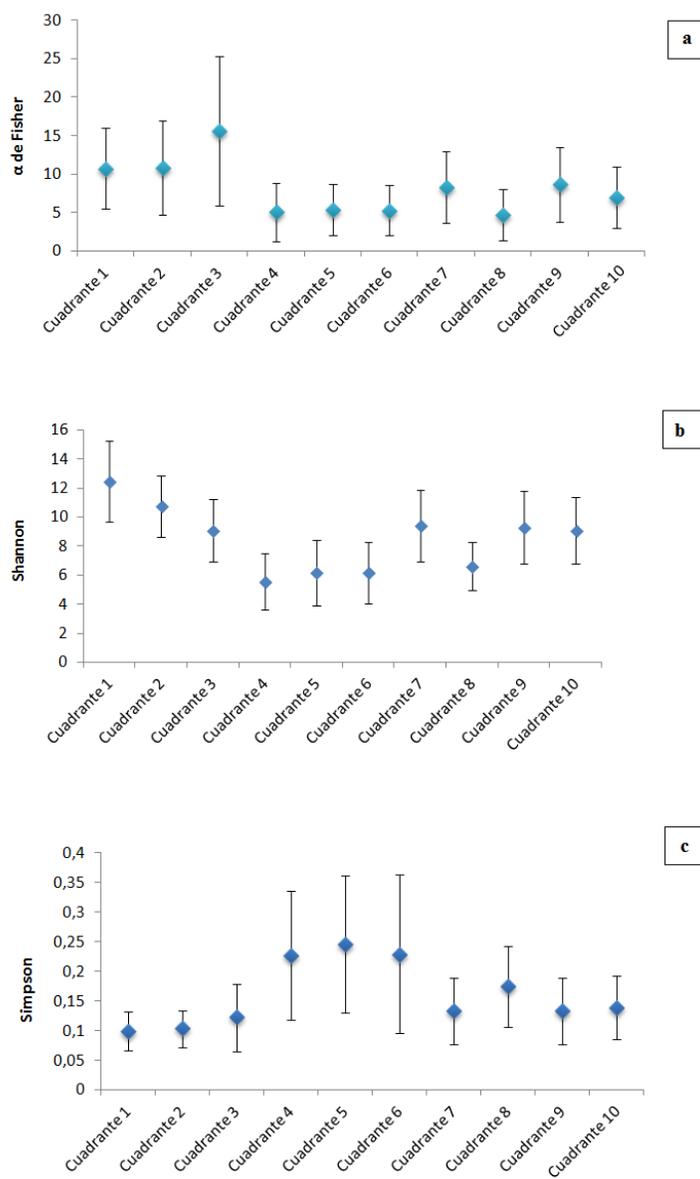


Figura 9. Índices de biodiversidad del remanente 1. a) Índice Alfa de Fisher. b) Índice de Shannon. c) Índice de Simpson.

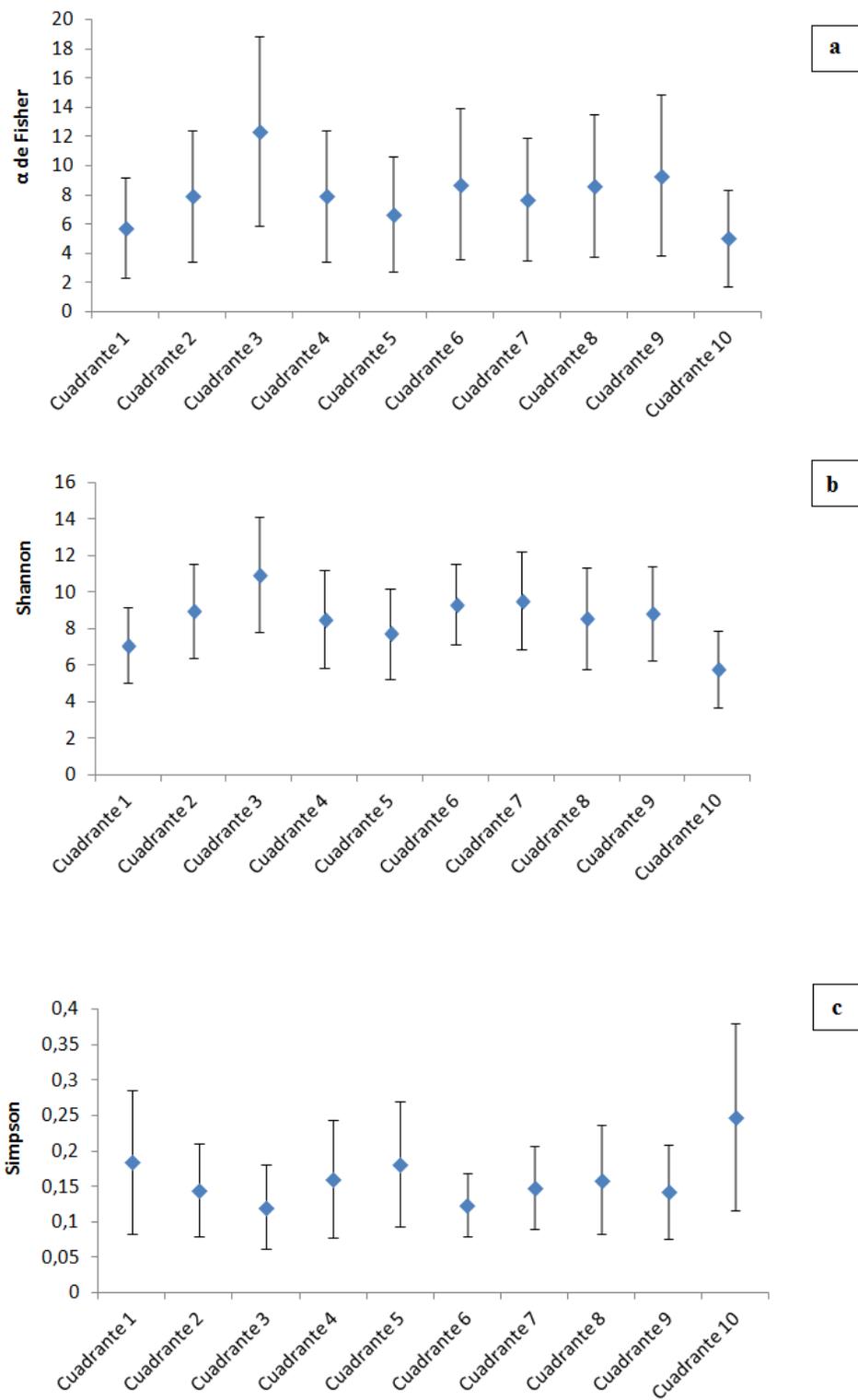


Figura 10. Índices de biodiversidad del remanente 2. a) Índice Alfa de Fisher. b) Índice de Shannon. c) Índice de Simpson.

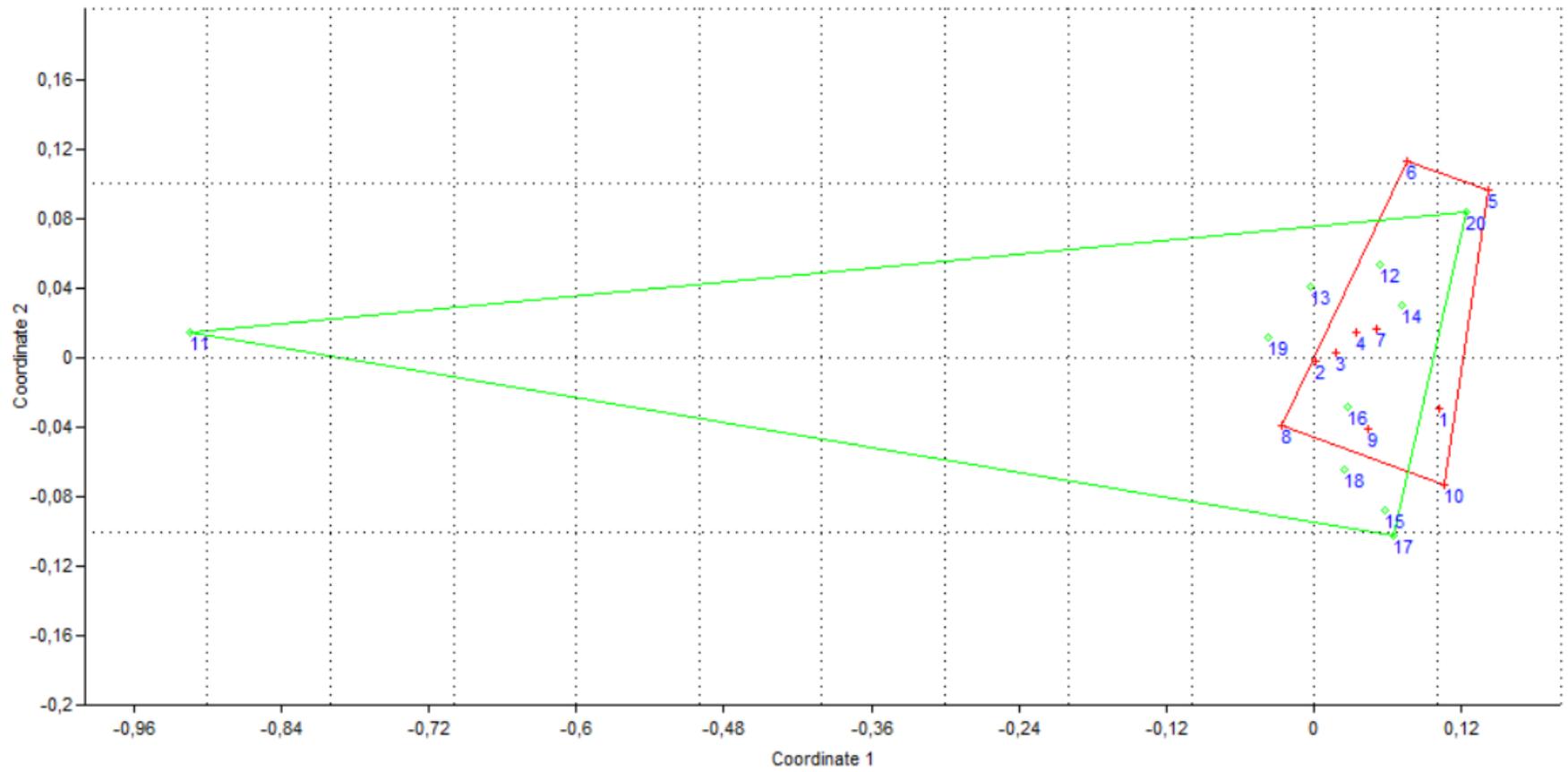


Figura 11. Análisis de Escalamiento Multidimensional No Métrico (NM-MDS) reveló un solapamiento de los cuadrantes del remanente 1 (rojo) con los cuadrantes del remanente 2 (en verde).

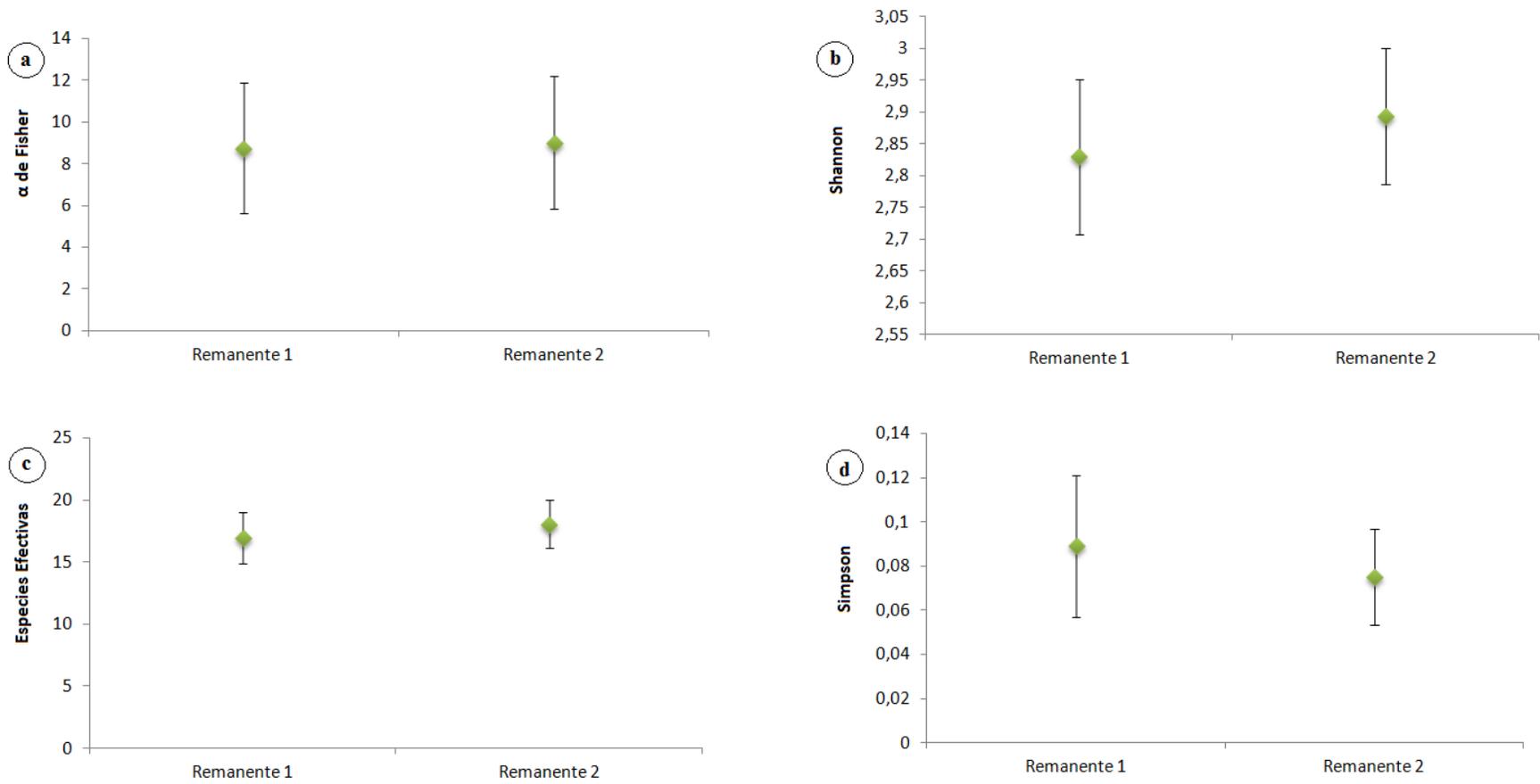


Figura 12. Índices de Diversidad entre Remanentes. a) Índice Alfa de Fisher. b) Índice de Shannon. c) Especies efectivas. d) Índice de Simpson.

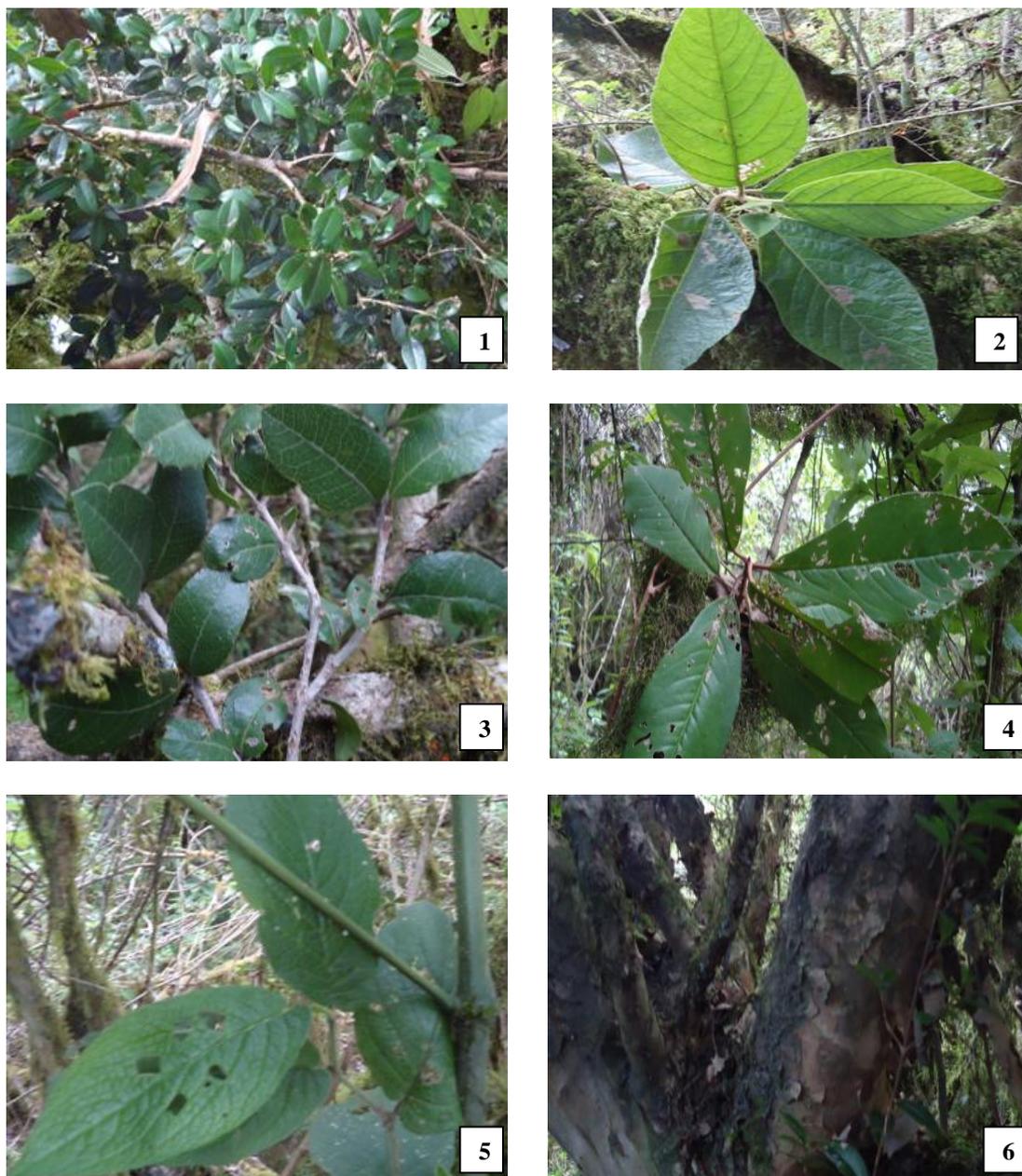


Figura 14. Especies representativas del remanente 1. 1: *Myrcianthes* sp; 2: *Aegiphila ferruginea*; 3: *Cithrarexylum ilicifolium*; 4: *Geissanthus pichincha*; 5: *Piper* sp; 6: *Myrcianthes* sp.



Figura 15. Especies de representativas del remanente 2. 1: *Oreopanax ecuadorensis*; 2: *Boehmeria celtidifolia*; 3: *Miconia pichinchensis*; 4: *Vallea stipularis*.



Figura 16. Vista dentro de los remanentes. a) Remanente 1 “San Francisco de Baños – La Merced”. b) Remanente 2 “Tola Chica”.



Figura 17. Especie *Chusquea scandens*. Esta especie estuvo siempre presente en los dos remanentes.

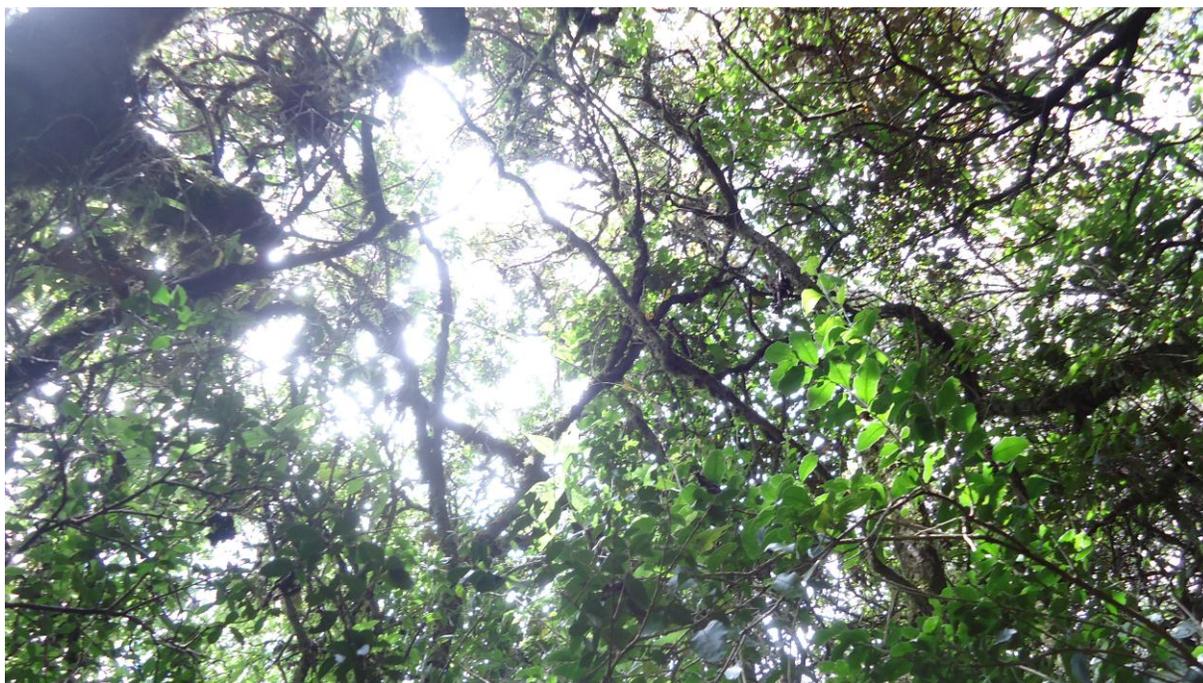


Figura 18. Cobertura de dosel en el remanente 2. Vista desde el suelo. Se evidencia algunos árboles de gran tamaño.

11. TABLAS

Tabla 1. Ubicación de los cuadrantes de 10 × 10 m en los Remanentes boscosos del Volcán Ilaló.

Remanente 1 “San Francisco de Baños – La Merced”	N°	Coordenadas	Altitud (msnm)	Pendiente (°)
	1	0°15'5.05"S 78°25'15.82"O	3 115	19,4
	2	0°16'2.38"S 78°25'15.71"O	3 081	32,4
	3	0°15'5.30"S 78°25'19.11"O	3 077	30,2
	4	0°16'0.90"S 78°25'17.75"O	3 087	33,2
	5	0°15'5.40"S 78°25'18.78"O	3 061	31,8
	6	0°16'6.01"S 78°25'18.47"O	3 015	30,6
	7	0°16'4.06"S 78°25'25.34"O	2 996	29
	8	0°16'7.33"S 78°25'23.06"O	2 959	8,4
	9	0°16'3.14"S 78°25'29.43"O	3 018	13,6
	10	0°16'2.20"S 78°25'25.09"O	3 029	18,4
Remanente 2 “Tola Chica”	N°	Coordenadas	Altitud (msnm)	Pendiente (°)
	1	0°15'25.82"S 78°24'44.73"O	3 080	29,6
	2	0°15'27.19"S 78°24'51.78"O	3 040	24
	3	0°15'25.83"S 78°24'43.50"O	3 096	29,6
	4	0°15'27.62"S 78°24'44.28"O	3 108	22
	5	0°15'27.49"S 78°24'46.03"O	3 078	26
	6	0°15'30.97"S 78°24'51.99"O	3 090	30
	7	0°15'32.23"S 78°24'55.33"O	3 113	25,4
	8	0°15'31.06"S 78°24'55.15"O	3 102	21,6
	9	0°15'29.13"S 78°24'56.13"O	3 083	17,4
	10	0°15'27.33"S 78°24'51.03"O	3 034	15,2

Tabla 2. Número de especies e individuos registrados en cada cuadrante del remanente 1.

Familia	Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Individuos
Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem.	6	2	1	1	3	1	2	3	5	8	32
Asteraceae	<i>Barnadesia arbórea</i> Kunth.	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	4
	<i>Dasyphyllum popayanense</i> (Hieron.) Cabrera.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
	<i>Gynoxys acostae</i> Cuatrec.	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	4
	<i>Gynoxys hallii</i> Hieron.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Llerasia hypaleuca</i> (Turz). Cuatrec.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Sp1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	3
	Sp2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Sp3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	3	1	1	2	0	4	4	0	6	4	25
Euphorbiaceae	<i>Croton abutiloides</i> Kunth.	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
Heliotropaceae	<i>Tournefortia fuliginosa</i> Kunth.	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4
Lamiaceae	<i>Aegiphila ferruginea</i> Hayek & Spruce	0	2	0	2	0	0	0	0	0	2	6
	<i>Salvia quitensis</i> Benth.	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3
Melastomataceae	<i>Miconia pichinchensis</i> Benth.	0	0	0	0	2	2	3	6	3	0	16
Myrsinaceae	<i>Geissanthus pichincha</i> Mez.	6	2	3	6	13	12	7	1	2	3	55
	<i>Myrsine andina</i> (Mez) Pipoly.	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Myrtaceae	<i>Eugenia valvata</i> Mc Vaugh.	0	0	2	0	0	0	2	2	1	2	9
	<i>Myrcianthes myrsinoides</i> (Kunth) Grifo.	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	4
	<i>Myrcianthes orthostemon</i> (O. Berg) Grifo.	1	2	2	2	0	6	3	0	3	0	19
Piperaceae	<i>Piper andreanum</i> C.DC.	2	4	0	1	1	0	1	0	0	0	9
	<i>Piper barbatum</i> Kunth.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Salicaceae	<i>Casearia cf quinduensis</i> Tul.	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3
	<i>Xylosma</i> sp.	5	2	0	1	0	0	0	0	1	1	10
Scrophulariaceae	<i>Buddleja cf incana</i> Ruiz & Pav.	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3
Solanaceae	<i>Cestrum peruvianum</i> Willd. Ex Roem & Schult.	0	0	1	1	4	0	0	3	0	0	9
Urticaceae	<i>Boehmeria celtidifolia</i> Kunth.	0	0	0	1	2	1	1	4	0	1	10
Verbenaceae	<i>Cithrarexylum ilicifolium</i> Kunth.	3	3	1	2	0	1	0	0	1	2	13

Familia	Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Individuos
	<i>Duranta triacantha</i> Juss.	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	4
Indeterminada	Indeterminada	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Total especies =	30 especies											262

Tabla 3. Número de especies e individuos registrados en cada cuadrante del remanente 2.

Familia	Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Individuos
Araliaceae	<i>Oreopanax ecuadorensis</i> Seem.	1	0	0	3	10	5	11	5	0	1	36
Asteraceae	<i>Baccharis latifolia</i> (Ruiz & Pav) Pers.	3	0	1	0	1	0	0	0	0	3	8
	<i>Barnadesia arbórea</i> Kunth.	6	0	2	1	1	2	3	2	1	1	19
	<i>Cacosmia rugosa</i> Kunth.	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3
	<i>Gynoxys acostae</i> Cuatrec.	7	1	2	0	1	0	0	0	0	0	11
	Sp1	0	1	1	0	1	0	2	1	1	0	7
	Sp3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Berberidaceae	<i>Berberis hallii</i> Hieron.	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	3
Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i> L. f.	0	4	2	3	4	1	3	8	2	2	29
Fabaceae	<i>Dalea coerulea</i> (L.F.) Schinz & Thell.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Otholobium brachystachyum</i> (Spruce ex Diels) J.W. Grimes.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Lamiaceae	<i>Aegiphila ferruginea</i> Hayek & Spruce	0	0	0	1	0	1	0	0	6	0	8
	<i>Salvia quitensis</i> Benth.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Melastomataceae	<i>Miconia pichinchensis</i> Benth.	0	2	2	4	2	3	1	1	0	1	16
Myrsinaceae	<i>Geissanthus andinus</i> Mez	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Geissanthus pichincae</i> Mez.	0	8	3	9	2	2	2	0	1	11	38

Familia	Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Individuos
Myrtaceae	<i>Eugenia valvata</i> Mc Vaugh.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Myrcianthes myrsinoides</i> (Kunth) Grifo.	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	6
	<i>Myrcianthes orthostemon</i> (O. Berg) Grifo.	1	4	7	2	0	3	3	2	1	0	23
	<i>Myrcianthes rhopaloides</i> (Kunth).	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	3
Phyllanthaceae	<i>Phyllanthus salviifolius</i> Kunth.	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Piperaceae	<i>Piper andreanum</i> C.DC.	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	4
Rosaceae	<i>Hesperomeles obtusifolia</i> (Pers.) Lindl.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Salicaceae	<i>Casearia mexiae</i> Sanwith.	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	3
	<i>Xylosma</i> _sp.	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	3
Scrophulariaceae	<i>Buddleja cf incana</i> Ruiz & Pav.	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Solanaceae	<i>Cestrum peruvianum</i> Willd. Ex Roem & Schult.	0	0	0	1	0	2	0	1	0	4	8
Urticaceae	<i>Boehmeria celtidifolia</i> Kunth.	0	0	0	0	0	0	0	2	3	0	5
Verbenaceae	<i>Cithrarexylum ilicifolium</i> Kunth.	1	0	1	1	0	1	2	0	2	0	8
	<i>Duranta triacantha</i> Juss.	1	2	1	0	3	0	2	1	0	1	11
Indeterminada	Indeterminada	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Total especies =	31 especies											271

Tabla 4. Área Basal de las 10 especies más representativas de los dos remanentes.

Remanente 1		Remanente 2	
Especie	Área Basal (m ²)	Especie	Área Basal (m ²)
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0,855	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	0,622
<i>Vallea stipularis</i>	0,426	<i>Vallea stipularis</i>	0,182
<i>Miconia pichinchensis</i>	0,186	<i>Geissanthus pichincha</i>	0,101
<i>Geissanthus pichincha</i>	0,142	<i>Myrcianthes orthostemon</i>	0,094
<i>Boehmeria celtidifolia</i>	0,072	<i>Aegiphila ferruginea</i>	0,081
<i>Gynoxys acostae</i>	0,063	<i>Phyllanthus salviifolius</i>	0,052
<i>Cithrarexylum ilicifolium</i>	0,057	<i>Cithrarexylum ilicifolium</i>	0,050
<i>Myrcianthes orthostemon</i>	0,051	<i>Gynoxys acostae</i>	0,038
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	0,042	<i>Miconia pichinchensis</i>	0,030
<i>Cestrum peruvianum</i>	0,034	<i>Baccharis latifolia</i>	0,026

Tabla 5. IVI de las 10 especies más representativas de los dos remanentes.

Remanente 1		Remanente 2	
Especies	IVI al 100%	Especies	IVI al 100%
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	17,97	<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	19,71
<i>Vallea stipularis</i>	10,67	<i>Vallea stipularis</i>	8,79
<i>Geissanthus pichincha</i>	10,24	<i>Geissanthus pichincha</i>	8,04
<i>Miconia pichinchensis</i>	5,93	<i>Myrcianthes orthostemon</i>	6,05
<i>Myrcianthes orthostemon</i>	4,28	<i>Barnadesia arborea</i>	3,91
<i>Cithrarexylum ilicifolium</i>	3,62	<i>Aegiphila ferruginea</i>	3,91
<i>Boehmeria celtidifolia</i>	3,45	<i>Miconia pichinchensis</i>	3,73
<i>Cestrum peruvianum</i>	2,76	<i>Phyllanthus salviifolius</i>	3,49
<i>Piper andreanum</i>	2,64	<i>Gynoxys acostae</i>	3,30
<i>Eugenia valvata</i>	2,63	<i>Cithrarexylum ilicifolium</i>	3,20

Tabla 6. Lista de especies endémicas registradas en el área de estudio con su categoría de amenaza (Fuente: Jørgensen y León-Yáñez, 1999; León-Yáñez *et al.*, 2011).

Especies	Código UICN	Distribución
<i>Aegiphila ferruginea</i>	LC	Páramo Arbustivo, Bosque Andino Alto, Vegetación Interandina Seca y Húmeda.
<i>Casearia mexiae</i>	EN	Bosque Andino Alto
<i>Eugenia valvata</i>	NT	Bosque Andino Bajo y Vegetación Interandina Húmeda.
<i>Geissanthus pichincae</i>	NT	Bosque Andino Bajo hasta Páramo Húmedo de Pajonal.
<i>Gynoxys acostae</i>	LC	Bosque Andino Alto hasta Páramo Arbustivo.
<i>Gynoxys hallii</i>	LC	Bosque Andino Alto
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	LC	Bosque Andino hasta Páramo arbustivo.
<i>Salvia quitensis</i>	LC	Bosque Andino Bajo hasta Páramo Arbustivo.

LC: Preocupación menor; NT: Casi Amenazado; EN: En Peligro.

Tabla 7. Nombres comunes y usos de algunas especies encontradas en los remanentes (Fuente: De la Torre *et al.*, 2008).

Especies	Nombre Común	Usos
<i>Aegiphila ferruginea</i>	Balsa, higuerón (castellano).	Combustible, Materiales, Medicinal.
<i>Baccharis latifolia</i>	Azul chilca, chilca, chilca azul, chilca blanca, chilca larga, chilca negra, chilco, trementina (castellano).	Alimento de vertebrados, Apícola, Combustible y Medicinal.
<i>Barnadesia arborea</i>	Chukirawa (kichwa), cruz kasha, puhin negro (castellano-kichwa), espina, espino blanco, espino de estrella (castellano), shiño rosado, pucunero, puyín.	Alimentos de vertebrados, Combustible, Materiales, Social, Medicinal y Medioambiental.
<i>Berberis hallii</i>	Atilla chaki, chini (kichwa), cruz kasha (castellano-kichwa), carasquillo, cerote, charasquillo, espino amarillo (castellano).	Apícola, Medicinal.
<i>Buddleja cf. incana</i>	Kishuar, puna (kichwa), álamo, árbol de Dios, olivo de los incas, olivo del páramo, Quishuar (castellano).	Aditivo de alimentos, Alimento de vertebrados, Combustible, Materiales, Social, Medicinal y

Especies	Nombre Común	Usos
		Medioambiental.
<i>Cacosmia rugosa</i>	Kamisichu, shalshun (kichwa), canecillo (castellano).	Apícola, Materiales, Social y Medicinal.
<i>Casearia cf. quinduensis</i>	Mono naranja.	Alimenticio.
<i>Casearia mexiae</i>	Platoquero.	Combustible y Materiales.
<i>Cestrum peruvianum</i>	Sauce, saúco, saúco blanco, saúco negro (castellano).	Materiales, Social y Medicinal.
<i>Cithrarexylum ilicifolium</i>	Sharkapu (kichwa), capi, casanto, pintilla.	Alimento de vertebrados, Materiales y Tóxico para vertebrados.
<i>Croton abutiloides</i>	N/D	Apícola, Medicinal y Medioambiental.
<i>Dalea coerulea</i>	Isu, siwi (kichwa), liso, miso, sigue, tilo (castellano), flor de isu (castellano-kichwa), flor sigui (castellano-no esp), llorán, pispura, shigui, shorrán, shurdán, wishmo.	Aditivo de alimentos, Alimento de vertebrados, Apícola, Combustible, Materiales, Social, Medicinal.
<i>Dasyphyllum popayanense</i>	Puyín	Combustible.
<i>Duranta triacantha</i>	Chuku muyu, kasha marucha, muti kasha pushku panka, yana kasha (kichwa), chivo kasha, mote kasha (castellano-kichwa), carrasquillo, espino, espino bravo, espino chivo, mote duro (castellano), alutipo chinian, hudor.	Alimenticio, Alimento de vertebrados, Combustible, Materiales, Medicinal y Medioambiental.
<i>Eugenia valvata</i>	N/D	Materiales.
<i>Geissanthus pichincae</i>	Huasay	Alimento.
<i>Gynoxys acostae</i>	Yawil (kichwa)	Combustible y Materiales.
<i>Gynoxys hallii</i>	Puma maki, yawil, yurak panka (kichwa), capote (castellano), mula rinri, piquil hembra (castellano-lengua no especificada), piquil, purojol.	Combustible, Materiales, Medicinal y Medioambiental.
<i>Hesperomeles obtusifolia</i>	Kasha puhín, pinan, puhín, tulachik (kichwa), wakra manzana, kasha uvilla, puhín grande, sachá manzana (castellano-kichwa), cerote, cerote macho, espinoso, galo, manzana de ganado, manzana de montaña espinoso, quique (castellano), jalo.	Alimenticio, Alimento de vertebrados, Apícola, Combustible, Materiales, Medicinal y Medioambiental.
<i>Myrcianthes myrsinoides</i>	Arrayán.	Medicinal.
<i>Myrcianthes orthostemon</i>	Wawall (kichwa), arrayán, saca botella (castellano), singulique.	Alimenticio y Materiales.
<i>Myrcianthes rhopaloides</i>	Wawall (kichwa), arrayán (castellano).	Alimenticio, Aditivo de alimentos, Alimento de

Especies	Nombre Común	Usos
		vertebrados, Combustible, Materiales y Medicinal.
<i>Myrsine andina</i>	Kasha, yana chuku (kichwa), yuber colorado (castellano-kichwa), chamuelán, samal, tupial.	Combustible, Materiales y Medicinal.
<i>Oreopanax ecuadorensis</i>	Puma maki (kichwa)	Combustible, Materiales, Medicinal y Medioambiental.
<i>Otholobium brachystachyum</i>	Trinitaria (castellano)	Combustible y Medicinal.
<i>Phyllanthus salviifolius</i>	Lunbu tape, cedrillo, yuquilla (castellano).	Materiales, Tóxico para vertebrados y Medioambiental.
<i>Piper andreanum</i>	N/D	Medicinal.
<i>Piper barbatum</i>	Muku (kichwa), cordoncillo, luto (castellano), macanaoui, tililín.	Alimento de vertebrados, Combustible, Materiales y Medicinal.
<i>Salvia quitensis</i>	Ninti tsunkana (kichwa), chupitan	Medicinal y Medioambiental.
<i>Tournefortia fuliginosa</i>	Tushik (Kichwa), aya turpec (Kichwa-No), mama quiero (castellano), anayara, caucha, cagne, gagracallo, malicagua.	Alimento de vertebrados, Combustible, Materiales y Medicinal.
<i>Vallea stipularis</i>	Pawkar, pitill (kichwa), sacha capulí, urku capulí (castellano-kichwa), caléndula, hacha rosa, hoja de rosa, monte pela, palo de rosa, peralillo, rosa (castellano), chulchul, monte pila, wisho.	Alimenticio, Alimento de vertebrados, Combustible, Materiales, Social, Medicinal y Medioambiental.

12. ANEXOS

Anexo 1. Permiso otorgado por la Comuna San Francisco de Baños – La Merced.

COMUNA "SAN FRANCISCO DE BAÑOS"
PARROQUIA "LA MERCED"
Provincia de Pichincha - Cantón Quito

La Merced, 10 de Abril del 2015

Señor:

Santiago Curipoma
ESTUDIANTE EGRESADO DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECIADOR

Presente.-

Atendiendo a su oficio recibido el 19 de Marzo del 2015, la Comuna San Francisco de Baños en Asamblea Ordinaria, autoriza el ingreso hacia la parte alta de nuestro Cerro Ilalo para que realice su Tesis.

Sin otro particular aprovechamos para enviarles un cordial saludo.

Atentamente.

Sra. Georgina Morales
PRESIDENTA



Sr. Raúl Panchi
SECRETARIO

Anexo 2. Permiso otorgado por la Comuna Tola Chica.

COMUNA TOLA CHICA
Acuerdo Min. # 442 del 29 de diciembre de 1943
PUEBLO KITU - KARA **FILIAL: ECUARUNARI-CONAIE**
Telef. 0993260488 - 0992659441 E-mail: comunatolachicailalo@gmail.com

ATAWALPA

Tumbaco, 15 de junio de 2015

A quien corresponda:

El Sr. Rogelio Simbaña, con número de cédula # 171207098-4, como presidente y representante legal de la Comuna Tola Chica, **AUTORIZA** al estudiante **Santiago Gabriel Curipoma Heredia**, con número de cédula # 172342762-9, la realización de su trabajo de investigación para su trabajo de titulación en la Facultad de Ciencias Biológicas de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Conscientes de la importancia científica del trabajo que realizará dicho estudiante para el conocimiento de la biodiversidad de nuestro bosque protector y para su adecuado manejo y conservación, estaremos pendientes de los resultados de dicha investigación y, como siempre, le agradecemos a su institución por su predisposición e interés de seguir colaborando con la Comuna Tola Chica.

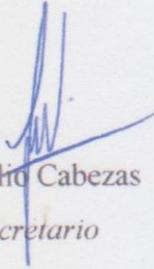
Atentamente,



Rogelio Simbaña
Presidente



COMUNA TOLA CHICA ACUERDO NO. 442 UIC. 24. 1943
ATAWALPA



Julio Cabezas
Secretario

Anexo 3. Permiso de Investigación otorgado por el Ministerio de Ambiente.

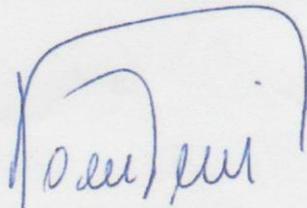
<p>DIRECCIÓN PROVINCIAL DEL AMBIENTE PICHINCHA</p> <p>AUTORIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA</p> <p>N° 03 – 2015 – IC – FLO- DPAP - MA Quito, 06 de abril de 2015</p>	
---	---

El Ministerio del Ambiente, en uso de las atribuciones que le confiere la Ley Forestal y de Conservación de Áreas Naturales y Vida Silvestre, autoriza a: Santiago Curipoma, estudiante de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, con C.C. No. 1723427629, investigador nacional; para que lleve a cabo la investigación titulada "Ecología forestal de dos remanentes intervenidos en el volcán Ilaló, Pichincha - Ecuador". De acuerdo a las siguientes especificaciones:

1. Solicitud de autorización de investigación de: Santiago Curipoma , mediante oficio S/N recibido el 11 de marzo de 2015.
2. Valoración técnica del proyecto: Ing. Diego Morillo G.
3. Contraparte del Ministerio del Ambiente: Dirección Provincial del Ambiente Pichincha, Unidad de Patrimonio Natural.
4. Complementos autorizados de la investigación: Toma de muestras botánicas, especies que no se puedan identificar en campo.
5. Duración: Desde 06 de abril 2015, hasta 05 de abril de 2016, de acuerdo al cronograma de trabajo establecido.
6. Obligaciones de los investigadores:
 - a. ENTREGAR UNA COPIA IMPRESA (EN AMBAS CARAS) Y UNA COPIA EN FORMATO DIGITAL, DE LOS RESULTADOS FINALES DE LA INVESTIGACION, EN CASTELLANO, A ESTA CARTERA DE ESTADO, INCLUYENDO LA LOCALIZACION EXACTA (COORDENADAS UTM) DE LOS ESPECIMENES COLECTADOS Y OBSERVADOS, COPIA DE LAS FOTOGRAFIAS, GRAFACIONES Y OTROS DOCUMENTOS PRODUCTO DE LA MISMA.
 - b. EL PLAZO DE ENTREGA DEL INFORME FINAL, VENCE EL 05 DE ABRIL DE 2016.
 - c. ENTREGAR TODAS LAS COLECCIONES PRODUCTO DE LA INVESTIGACION AL HERBARIO OCA, DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL ECUADOR.

Del cumplimiento de las obligaciones dispuestas en el párrafo anterior se responsabiliza a Santiago Curipoma.

Atentamente,



Dr. Darío Del Salto Solís
DIRECTOR PROVINCIAL DEL AMBIENTE PICHINCHA



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, CURIPOMA HEREDIA SANTIAGO GABRIEL, C.I. 172342762-9 autor del trabajo de graduación intitulado: “ECOLOGÍA FORESTAL DE DOS REMANENTES DE BOSQUE ANDINO MONTANO ALTO EN EL VOLCÁN ILALÓ, PICHINCHA, ECUADOR”, previa a la obtención del grado académico de **LICENCIADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** 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 SENESCYT 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, 23 de Noviembre de 2015

Sr. Curipoma Heredia Santiago Gabriel

C.I. 172342762-9