

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS EXÁCTAS Y NATURALES**

**ESCUELA DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**Diversidad de epífitas vasculares – Un estudio comparativo del impacto humano en  
bosques naturales y árboles remanentes en pastizales en dos sitios en bosques  
nublados del Ecuador**

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

**FAUSTO ESPINOSA ÁLVAREZ**

**Quito, 2011**

## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis no pudo haber sido llevada a cabo sin el apoyo del Prof. Dr. Wilhelm Barthlott y Dr. Jürgen Nieder directores del proyecto "Diversidad de epífitas tropicales en vegetación natural y antropogénicamente alterada – una comparación de bosques primarios, secundarios y fragmentos de bosque" del Instituto Nees para la Biodiversidad de Plantas de la Universidad de Bonn y financiado por Deutsche Forschungsgemeinschaft (Organización científica del Gobierno de la República Federal de Alemania) bajo los códigos Ba 605/12-1 y Ba 605/12-2.

Al Dr. Hugo Navarrete le agradezco por su dirección y por sus acertados consejos y sugerencias para mejorar este manuscrito.

Hubieron algunas personas importantes que me ayudaron en el desarrollo de esta tesis como: el Dr. Nils Köster, Dr. Florian Werner, Dr. Olivier Dangles, M. Sc. Susana León-Yáñez, el Ing. Julio Sánchez y a la M. Sc. Andrea Muñoz, los cuales tuvieron un aporte sumamente valioso durante la etapa de realización, análisis e interpretación de los resultados estadísticos obtenidos en este estudio, así como por sus comentarios y sugerencias.

Al Herbario QCA y todo el personal por las facilidades proporcionadas para la identificación de las muestras botánicas. A Juan Ernesto Guevara, Álvaro Pérez por su colaboración en la identificación de los forófitos colectados. A Janeth Santiana y Alejandra Moscoso por su colaboración y ayuda en la elaboración del mapa de los sitios de estudio, a Mario Herrera y a David Ortega por sus comentarios y sugerencias en la redacción de esta disertación.

A Lou Jost, al personal de la Reserva Cerro Candalaria, Harold Greeney y al personal de la Estación Biológica Yanayacu por las facilidades prestada en los sitios de muestreo.

Quisiera agradecer a mis padres, hermanas y sobrino por su gran apoyo y paciencia a lo largo de mi carrera; a Anahí por su cariño, comprensión y sobre todo por estar junto a mi en estos años. A mis amigos y compañeros que llegaron a ser casi como mis hermanos, gracias por todo lo que se compartió.

## TABLA DE CONTENIDOS

Agradecimientos.....	IV
Tabla de contenidos.....	VI
Lista de Figuras.....	IX
Lista de Tablas.....	XI
Lista de Anexos.....	XII
1. RESUMEN.....	1
2. ABSTRACT.....	3
3. INTRODUCCIÓN.....	5
3.1 OBJETIVOS.....	11
3.1.1 General.....	11
3.1.2 Específicos.....	11
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	12
4.1 ÁREA DE ESTUDIO.....	12
4.1.1 Reserva Cerro Candalaria.....	12
4.1.2 Estación Biológica Yanayacu.....	13
4.2 MUESTREO.....	15
4.3 IDENTIFICACIÓN DE EPÍFITAS.....	17
4.4 REGISTRO DE DATOS.....	17

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS.....	18
4.5.1 REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO.....	18
4.5.2 COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS EN LOS DIFERENTES HÁBITATS.....	18
4.5.3 SIMILITUD FLORÍSTICA.....	20
5. RESULTADOS.....	21
5.1 NÚMERO DE ESPECIES.....	21
5.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	22
5.3 COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS EN LOS DOS HÁBITATS.....	22
5.4 COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS VASCULARES EN DIFERENTES AMBIENTES TOPOGRÁFICOS.....	24
5.5 SIMILARIDAD FLORÍSTICA.....	26
6. DISCUSIÓN.....	28
6.1 DIVERSIDAD DE ESPECIES.....	29
6.2 COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS EN LOS DOS HÁBITATS.....	30
6.3 COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS EN DIFERENTES AMBIENTES TOPOGRÁFICOS.....	33
6.5 IMPLICACIONES EN LA CONSERVACIÓN.....	37
7. CONCLUSIONES.....	39
8. LITERATURA CITADA.....	40

9. FIGURAS.....	51
10. TABLAS.....	67
11. ANEXOS.....	70

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de los sitios de muestreo.....	52
<b>Figura 2.</b> Modelo de los cuadrantes de estudio.....	53
<b>Figura 3.</b> Curva de rarefacción de las especies de epífitas vasculares en base al número de especies por cuadrante, Reserva Cerro Candelaria.....	54
<b>Figura 4.</b> Curva de rarefacción de las especies de epífitas vasculares en base al número de especies por cuadrante, Estación Biológica Yanayacu.....	55
<b>Figura 5.</b> Riqueza de especies de las principales familias de epífitas vasculares; Reserva Cerro Candelaria - Tungurahua.....	56
<b>Figura 6.</b> Riqueza de especies de las principales familias de epífitas vasculares; Estación Biológica Yanayacu.....	57
<b>Figura 7.</b> Box-Whisker plot del número de especies epífitas por cuadrante en los dos tipos de hábitats en Cerro Candelaria y Yanayacu.....	58
<b>Figura 8.</b> Diferencia en la riqueza de especies de las principales familias de epífitas vasculares entre Bosques Primarios, Pastizales y especies que comparten los dos hábitats; Reserva La Candelaria – Tungurahua.....	59
<b>Figura 9.</b> Diferencia en la riqueza de especies de las principales familias de epífitas vasculares entre Bosques Primarios, Pastizales y especies que comparten los dos hábitats; Estación Biológica Yanayacu.....	60
<b>Figura 10.</b> NMDS (escalamiento no métrico multidimensional), en base a dos tipos de hábitats, Reserva La Candelaria, Tungurahua.....	61
<b>Figura 11.</b> NMDS (escalamiento no métrico multidimensional), en base a dos tipos de hábitats, Estación Biológica Yanayacu.....	62
<b>Figura 12.</b> NMDS (escalamiento no métrico multidimensional), para la topografía en el hábitat bosque; Reserva La Candelaria, Tungurahua.....	63

<b>Figura 13.</b> NMDS (escalamiento no métrico multidimensional), para la topografía en el hábitat bosque; Estación Biológica Yanayacu, Napo.....	64
<b>Figura 14.</b> NMDS (escalamiento no métrico multidimensional), para la topografía en el hábitat pastizal; Reserva La Candelaria, Tungurahua.....	65
<b>Figura 15.</b> NMDS (escalamiento no métrico multidimensional), para la topografía en el hábitat pastizal; Estación Biológica Yanayacu, Napo.....	66

**LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> SIMPER (Porcentaje de Similaridad) de epífitas vasculares entre los hábitats bosque primario y pastizal; Reserva La Candelaria – Tungurahua.....	68
<b>Tabla 2.</b> SIMPER (Porcentaje de Similaridad) de epífitas vasculares entre los hábitats bosque primario y pastizales; Estación biológica Yanayacu – Napo.....	69

**LISTA DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Lista de forófitos en Reserva Cerro Candelaria-Tungurahua.....	71
<b>Anexo 2.</b> Lista de forófitos en Estación Biológica Yanayacu-Napo.....	74
<b>Anexo 3.</b> Lista de especies de epífitas vasculares de la Reserva Cerro Candelaria – Tungurahua .....	77
<b>Anexo 4.</b> Lista de especies de epífitas vasculares de la Estación Biológica Yanayacu – Napo .....	85

## 1. RESUMEN

Las epífitas vasculares contribuyen substancialmente a la biodiversidad del bosque montano tropical, pero como organismos que habitan el dosel, estos son vulnerables a la deforestación. Este estudio analizó el efecto de la alteración de los bosques en la diversidad y composición florística de las epífitas y su potencial para la conservación de las epífitas en hábitats antropogénicamente alterados. Los sitios de estudio se localizan en bosque montano tropical en la región centro-norte del Ecuador. En cada área de estudio se comparó el conjunto de epífitas vasculares en 24 cuadrantes en bosques maduros y árboles aislados, en diferentes ambientes topográficos: en bosques primarios 12 cuadrantes, dentro de los cuáles, 4 se encontraron en cima, 4 en pendiente y 4 en valle. Los 12 cuadrantes en pastizales, se seleccionaron de igual forma y en los ambientes topográficos antes mencionados.

Se determinó un decrecimiento en la diversidad de epífitas en los árboles aislados, comparado con los bosques primarios. Bromeliaceae y Orchidaceae estuvieron bien representadas en los árboles en pastizales en términos de diversidad de especies, mientras que Araceae y Ericaceae estuvieron pobremente representadas o ausentes. El análisis de composición florística NMDS, ANOSIM y de similaridad florística (SIMPER), indican que la comunidad de epífitas en los árboles aislados difiere significativamente de los bosques primarios. Estos análisis indican una reducción de la heterogeneidad florística en hábitats disturbados. Los resultados sugieren que las familias xerofóbicas son reemplazadas por familias xerótolerantes en hábitats alterados. La topografía no estuvo asociada con la composición florística de las epífitas de acuerdo a los análisis NMDS, SIMPER, ANOSIM. También los resultados obtenidos sugieren que el decrecimiento de la diversidad de especies en los árboles remanentes no fue acentuado probablemente debido al clima local. Por otro lado, nosotros atribuimos los cambios en la composición florística a

las fluctuaciones microclimáticas asociadas a los disturbios en los bosques. Nuestros resultados sustentan la idea de que la composición florística es un mejor bioindicador de los disturbios antropogénicos que la diversidad de especies.

**PALABRAS CLAVE:** antropogénico, árboles aislados, bioindicador, deforestación, dosel, microclima, topografía, xerofóbicas, xerotolerantes.

## 2. ABSTRACT

Vascular epiphytes contribute substantially to the biodiversity of tropical montane forest, but as canopy-dwelling organisms, they are vulnerable to deforestation. This study examined the effect of forest disturbance on diversity and species composition of epiphytes and their potential for conservation of epiphytes in anthropogenically altered habitats. The study sites are located in tropical montane forest in the north-central region of Ecuador. In each area of study the assemblage of vascular epiphytes in 24 plots in mature forests and isolated remnant trees in pastures in different topographic settings was compared: in primary forest 12 quadrants, within which, 4 quadrants were found on top, 4 in slope, and 4 in valley. The 12 plots in grasslands, were selected in the same way and in the topographic environments mentioned above.

We determined a decrease in the diversity of epiphytes on remnant trees in pastures, in contrast, diversity was highest in primary forest. Bromeliaceae and Orchidaceae were well represented at isolated trees in pastures in terms of species diversity, while Araceae and Ericaceae were poorly represented or absent. The analysis of floristic composition NMDS, ANOSIM and floristic similarity (SIMPER) indicated that the community of epiphytes on isolated trees differs significantly from the forests. These tests indicate a reduction in floristic diversity in disturbed habitats. The results suggest that families xerophobics are replaced by families xerotolerants in disturbed habitats. The topography wasn't associated with the species composition of epiphytes in accordance with the NMDS analysis, SIMPER, ANOSIM. Results also suggest that the decrease of species diversity in the isolated trees was not accentuated this is probably due to the local climate. On the other hand, we attribute the changes in floristic composition to microclimatic fluctuations associated with the disturbances in the forests. Our results support the idea that the floristic composition is a better bioindicator of anthropogenic disturbance than species diversity.

**KEY WORDS:** anthropogenic, bioindicator, canopy microclimate, deforestation, isolated trees, topography, xerophóbics, xerotolerants.

### 3. INTRODUCCIÓN

La Tierra alberga una extraordinaria diversidad de organismos vivientes los cuales ocupan una variedad de hábitats. La mayoría de esta biodiversidad se concentra en regiones tropicales, debido a sus condiciones climáticas estables y disponibilidad de recursos (Wilson 1988; Erwin 1991; UNEP, 1995). Particularmente, el bosque húmedo tropical alberga una substancial parte de la diversidad en el mundo (Gentry y Dodson, 1987a; Kelly *et al.*, 1994; Köster, 2008).

La fitodiversidad, tanto en los bosques húmedos tropicales bajos, como en los bosques montañosos tropicales es significativamente alta debido a la contribución de las epífitas, las cuales incluyen familias como: Orchidaceae, Bromeliaceae, Araceae, Ericaceae, Gesneriaceae Peperomiaceae, Cactaceae, grupo de los pteridophytos y briófitos (Erwin, 1988; Wilson, 1991; Gentry, 1982).

Los primeros reportes de epífitas tropicales fueron realizados por Cristopher Columbus y Alexander von Humboldt en los siglos XV, XVIII, respectivamente (Arranz, 1985; Nieder y Barthlott, 1992; Nieder y Barthlott, 2000). El término “epífito” (“epi” = sobre y “phyton” = planta) fue introducido por el botánico y político francés Mirbel en 1815 y más tarde utilizado por el naturalista alemán Martius en 1842 (Nieder y Barthlott, 2000), refiriéndose a las plantas que crecen sobre otras plantas u hospederos, sin que los parasite. Los hospederos son árboles o arbustos que se denominan forófitos, los mismos que brindan únicamente soporte a las epífitas, lo que hace que éstas dependan de su presencia para existir (Nieder y Barthlott, 2001).

Las epífitas en el bosque húmedo tropical son importantes debido a que proporcionan alimento y hábitats para aves, mamíferos, anfibios y reptiles, además, ofrecen refugio para una amplia variedad de invertebrados y microorganismos (Remsen y Parker, 1984; Nadkarni y Matelson, 1989). Adicionalmente, estas formas de vida epífitas juegan un rol elemental en las interacciones en este ecosistema, especialmente en el balance del agua y ciclos de nutrientes (Coxson y Nadkarni, 1995; Lowman y Nadkarni, 1995; Benzing, 1998).

La dinámica medioambiental depende del equilibrio entre los factores abióticos (ciclo del agua y nutrientes) y bióticos (interacciones interespecíficas). En los últimos decenios la población humana ha crecido de una forma exponencial, lo cual ha provocado una constante y creciente demanda de recursos naturales en áreas de bosque primario. Actualmente, debido al desbalance antropogénico en los ecosistemas, la biodiversidad a nivel mundial está experimentando cambios dramáticos y el consecuente declive de numerosas especies (Dirzo y Raven, 2003; Baillie *et al.*, 2004; Köster, 2008).

En la actualidad, se debaten las causas de la extinción acelerada de las especies; incremento de dióxido de carbono atmosférico, cambio climático, invasión de especies no nativas (Thomas *et al.*, 2004; Malcolm *et al.*, 2006; Thuiller, 2007; Köster, 2008). No obstante, el uso de tierras por parte del hombre sigue siendo la principal amenaza para la biodiversidad especialmente en los países tropicales, donde se registran cifras alarmantes de tasa de deforestación. Ecuador registra la tasa más alta de deforestación en Sudamérica, con una pérdida anual de 198.000 hectáreas de bosques (FAO, 2006; Mosandl *et al.*, 2008; Mosandl y Günter, 2008).

La parte norte de los Andes es uno de los puntos con mayor concentración de biodiversidad a nivel mundial (Behling, 2008). Sin embargo, estos ecosistemas andinos son regiones vulnerables, debido a que estas zonas han sido densamente pobladas y su vegetación prístina ha sido modificada durante miles de años (Dodson y Gentry, 1991; Pitman *et al*, 2000). La fragmentación de los bosques andinos naturales se debe a las principales actividades desarrolladas por el hombre, como la agricultura y el pastoreo, las cuales involucran una deforestación excesiva. No obstante, en los flancos orientales todavía existen grandes áreas con bosques naturales, mientras, en los flancos occidentales apenas queda un 4% de zonas primarias (Dodson y Gentry, 1991; Pitman *et al*, 2000) y en el callejón interandino únicamente restan pocos remanentes en los flancos internos de la cordillera (Pitman *et al*, 2000).

El panorama de la vegetación andina, donde la cobertura vegetal natural se encuentra fragmentada por grandes extensiones de campo destinados al cultivo ó pastoreo, marcan el escenario adecuado para que ocurra la extinción de numerosas especies de plantas (Pitman *et al*, 2000). Cuando existe una cobertura vegetal continua a lo largo de un gradiente climático o altitudinal, las variaciones climáticas globales causan pocas extinciones, debido a que las plantas pueden migrar a través de estos gradientes climático-altitudinales, en busca de condiciones óptimas, o pueden adaptarse evolutivamente a estos cambios, mediante mecanismos fisiológicos. En contraste, cuando existen barreras en estos corredores biológicos, los cambios climáticos pueden llevar a una extinción masiva ya que dificultan o imposibilitan la migración (Pitman *et al*, 2000).

El bosque nublado andino se caracteriza por albergar una riqueza excepcional de epífitas, las cuales presentan un “pico de diversidad” en un rango de 1000 – 2000 msnm

(alturas intermedias) reconocido en varios estudios (Gentry y Dodson, 1987b; Benzig, 1989,1998; Rahbek, 1995; Jørgensen y León-Yáñez, 1999). Esta riqueza ha sido asociada a ciertas condiciones como altas precipitaciones, humedad, temperaturas templadas y gran cantidad de epífitas no vasculares, las cuales retienen humedad, como briofitas, que son el substrato que facilita la colonización de epífitas vasculares (Gentry y Dodson, 1987a; Kessler, 2001; Küper *et al.*, 2004). Las formas de vida epífitas contribuyen a este ecosistema andino en una alta riqueza de especies y complejidad ecológica (Gentry y Dodson, 1987a; Nieder *et al.*, 1999; Kreft *et al.*, 2004). Lastimosamente, por la deforestación de estos bosques las epífitas, vertebrados e invertebrados se ven amenazados ya que depende de árboles para existir.

Debido al avance de la frontera agrícola, desarrollo de las sociedades, el incremento de la explotación de los recursos naturales y la destrucción de hectáreas de ecosistemas naturales en los últimos años se ha reconsiderado el manejo de la biodiversidad (Szaro y Johnston, 1996; Haro, 2006). Dos de las más amplias y activas organizaciones, la IUCN (The International Union for Conservation of Nature) y la WWF (World Wildlife Fund), en 1984 establecieron un Programa Mundial para la Conservación de Plantas, el mismo que fue ratificado en la cumbre de Rio de Janeiro (Brasil) en 1992 y por 175 países, donde se destacó la necesidad de una transformación en el manejo de los recursos de forma que la biodiversidad pueda ser conservada para las generaciones futuras y los recursos biológicos puedan ser utilizados (Szaro y Johnston, 1996; Haro, 2006).

La destrucción de hábitats por el uso de la tierra por parte del hombre, transforma el paisaje natural en un mosaico de fragmentos de bosque, que pueden ofrecer un potencial refugio para la biota original (Laurance y Peres, 2006; Barlow *et al.*, 2007; Köster, 2009).

Por ello se crearon programas de conservación en los cuales se incluyen bosques sin intervención humana, generalmente en reservas, áreas con diferentes grados de intervención, como bosques secundarios y sistemas de producción como los agroforestales (Haro, 2006).

Los bosques secundarios y los sistemas productivos, específicamente los agroforestales, se conoce que son un refugio importante para las especies (Perfecto *et al.*, 2003; Schroth *et al.*, 2004; Haro, 2006), contribuyen significativamente con la conservación de la diversidad biológica y sirven como un medio de conexión para los fragmentos de bosques naturales (Schroth *et al.*, 2004; Martin, 2004; Haro, 2006). Sin embargo, a pesar de la creciente importancia y reconocimiento que han recibido, el conocimiento de la conservación de la biodiversidad en la vegetación secundaria y sistemas de producción aún es insuficiente (Foley *et al.*, 2005; Haro, 2006).

Para analizar el estado de conservación de la biodiversidad en hábitats intervenidos se utiliza un método sencillo y ampliamente reconocido, el cual consiste en determinar el estado de conservación de grupos modelo (Gradstein, 2008; Köster, 2008). Este grupo debe tener un alto número de especies, ser característico para el hábitat de estudio, sensibles a los disturbios y una capacidad para recuperarse después de la deforestación (Gradstein, 2008; Köster, 2008). Las epífitas vasculares, en el bosque andino nublado, reúnen las características necesarias para este propósito (Hietz-Seifert, *et al.*, 1995; Porembski y Barthlott, 2000; Barthlott *et al.*, 2001; Hietz, 2005). De esta manera, las epífitas vasculares se pueden utilizar como bioindicador, las cuales nos permiten evaluar y analizar los impactos que el hombre está causando por el uso de la tierra para desarrollar

estrategias que garanticen la conservación de los bosques nublados andinos (Pimentel *et al.*, 1992; Barthlott *et al.*, 2001; Haro, 2006)

En el Ecuador, son pocas las investigaciones que tratan el impacto humano sobre la diversidad de epífitas en los bosques nublados (Köster, 2008). Las cuales fueron realizadas en varias localidades en la parte sur (Gradstein, 2008) y en las estribaciones occidentales (Köster, 2008). Debido a la escasa información sobre el tema, no se ha determinado con precisión la magnitud del impacto que la degradación y la fragmentación de los bosques ejercen sobre la diversidad y composición de las especies epífitas. Tampoco, se entiende bien cuál es la contribución de los fragmentos de bosque primario para el mantenimiento de la diversidad de epífitas vasculares.

### **3.1 OBJETIVOS**

#### **3.1.1 General**

El objetivo general de este proyecto es estudiar la diversidad de epífitas vasculares en bosques naturales y en árboles aislados en pastizales, cuantificando la pérdida de diversidad de epífitas presente en los árboles aislados debido a la deforestación, con lo cual se explorará la eficacia de estos árboles como medio de conexión y de intercambio de especies entre los fragmentos de bosques cercanos.

#### **3.1.2 Específicos**

- Analizar y determinar la diversidad de epífitas vasculares en bosques naturales y árboles remanentes aislados.
- Evaluar el potencial de conservación de las epífitas vasculares en árboles remanentes en pastizales.
- Comparar la diversidad de epífitas vasculares en diferentes ambientes topográficos.

## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDIO

El trabajo de campo para este estudio se llevo a cabo en dos sitios de muestreo en las estribaciones orientales de la cordillera de los Andes en Ecuador (Figura 1): la Reserva Cerro Candelaria en la provincia de Tungurahua y la Estación Biológica Yanayacu en la provincia del Napo.

#### 4.1.1 Reserva Cerro Candelaria

La Reserva Cerro Candelaria (01°25.811'S 078°18.750'W) se encuentra en la provincia de Tungurahua en la cuenca del Río Pastaza entre el Parque Nacional Los Llanganates y Sangay formando un corredor entre ellos, conectando la parte norte y sur de los Andes orientales ecuatorianos (Figura 1).

Esta reserva comprende 2600 hectáreas de bosque nublado y páramo que se encuentran en un rango de 1600 – 3800 msnm. El área de estudio se encuentra en un rango altitudinal de 1500 – 2200 msnm. La topografía está caracterizada por pocos valles, quebradas escarpadas y cimas. Esta área presenta deslaves periódicos y resulta en un complejo mosaico de estadios vegetales, por lo cual el sustrato vegetal no es profundo.

La vegetación natural de este sitio de estudio corresponde a vegetación característica de bosques nublados con árboles de 20 - 30 m de altura. Los árboles de dosel representativos son: *Alnus acuminata* (Betulaceae), *Weinmannia* sp. (Cunoniaceae), *Hieronyma* sp. (Euphorbiaceae), *Erythrina edulis*. (Fabaceae), *Ficus* sp. (Moraceae),

*Meriania hexamera*, *Miconia* sp. (Melastomataceae), *Nectandra* sp., *Ocotea javitensis* (Lauraceae), y *Vismia* sp. (Clusiaceae).

El clima de esta zona se caracteriza por una precipitación anual entre 1000 y 1500 mm, carece de una estación seca marcada, la temperatura media anual es de 17.5°C (Jørgensen y León-Yanez, 1999).

Debido a la cercanía con algunos poblados como La Delicia, Rio Negro, El Topo, la reserva sufrió diferentes grados de intervención en el pasado. En estos bosques las actividades que se realizaban fueron la caza, la extracción selectiva de madera en los bosques maduros y en las zonas más cercanas al caserío La Delicia algunos cultivos de ciclo corto y pastizales.

#### 4.1.2 Estación Biológica Yanayacu

La Estación Biológica Yanayacu (00°36'S 77°54'W), se encuentra en el Valle de los Quijos, entre la cordillera Oriental y la cordillera de los Huacamayos, en la Provincia del Napo al este del Ecuador. Esta reserva está protegida ya que se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Sumaco (Figura 1).

El área de estudio está situada aproximadamente a 5 km al oeste del pueblo de Cosanga, en un rango altitudinal de 1500 – 2200 msnm y comprende 1500 hectáreas de bosque lluvioso primario, bordeado por pastizales, caminos, cultivos y otros hábitats alterados, que desde su fundación han crecido paulatinamente. El área de estudio se encuentra libre de la caza ilegal y la extracción selectiva de la madera.

El clima en la zona de estudio presenta una temperatura promedio anual de 16.5°C con una precipitación media anual de 3000 – 3500 mm (H. Greeney, comm. pers.).

El área es caracterizada por una topografía con numerosos valles, crestas, y pendientes pronunciadas, típico de los bosques nublados en el Ecuador. El tipo de vegetación que cubre el sitio de estudio corresponde a la Región Sub-Húmedo Sub-Tropical (Cañadas, 1983), Bosque lluvioso montano bajo, también se le conoce como “bosque nublado” algunas de las características climáticas son una humedad atmosférica alta, neblina frecuentemente asociada con llovizna y gran cantidad de epífitas tanto vasculares como no vasculares (Jørgensen y León-Yanez, 1999).

Los árboles de dosel presentan una altura promedio de 20 - 30 m. Los árboles de dosel representativos en la zona de estudio son *Hieronyma* sp. (Euphorbiaceae), *Miconia* sp., *Meriania* sp. (Melastomataceae), *Nectandra* sp., *Ocotea* sp. (Lauraceae), *Solanum* sp. (Solanaceae) y *Clusia* sp., *Vismia* sp. (Clusiaceae). En la vegetación arbustiva representativa encontramos varias especies no identificadas de *Piper* sp. (Piperaceae), helechos (Pteridophyta), algunas especies de Rubiaceae, *Acalypha* sp. (Euphorbiaceae), *Geonoma* sp. (Aracaceae), *Cestrum* spp. (Solanaceae) y varias especies herbáceas de Urticaceae y Gesneriaceae.

## 4.2 MUESTREO

En cada área de estudio se muestrearon un total de 24 forófitos en bosques maduros y árboles remanentes aislados en pastizales, en diferentes ambientes topográficos. Se escogieron, 12 árboles en bosques primarios, dentro de los cuáles, 4 forófitos se

encontraron en cima, 4 en pendiente y 4 en valle. Los 12 árboles en pastizales, se seleccionaron de igual forma, y en los ambientes topográficos antes mencionados.

El término *bosques maduros* se refiere a bosques largos y continuos con árboles de dosel. Y el término *árboles remanentes aislados en pastizales* se refiere a remanentes de bosque original maduro de los cuales sólo unos pocos árboles, no fueron talados por los lugareños ya que los utilizan como sombra. Estos árboles remanentes aislados en pastizales son el caso extremo de la fragmentación de un hábitat, no obstante son representativos de un bosque maduro en especie, tamaño y estructura (Köster, 2008).

Para determinar si la topografía incide en la diversidad de epífitas vasculares, o si existe algún tipo de preferencia de alguna taxa epifítica por la topografía en los sitios de muestreo, se eligieron diferentes tipos de topografía, los cuales fueron cima, pendiente y valle.

En este estudio se incluyeron holoepífitas y hemiepífitas. Las holoepífitas son aquellas que en todo su ciclo de vida permanecen en el forófito y no tienen contacto por medio de raíces o tallo con el suelo. Las hemiepífitas se dividen en primarias y secundarias. Las hemiepífitas primarias inician su ciclo de vida como epífitas, pero en un punto de su ciclo sus raíces crecen hasta llegar al suelo y llegan a ser fisiológicamente terrestres. Las hemiepífitas secundarias germinan en el suelo y trepan por los tallos de sus árboles huésped hasta que eventualmente llegan a ser epífitas cuando las raíces y las viejas partes de su tallo empiezan a degenerar (Benzing, 1990; Köster, 2009).

El primer paso para muestrear los forófitos fue seleccionar uno representativo del dosel, se debió verificar que los árboles no presenten signos de pudrición en la parte interna de sus troncos o que sean especies de madera suave, debido a los riesgos que presentarían al acceder a estos troncos. Para cada forófito ya seleccionado se tomaron los siguientes datos: Especie, altura, DAP (diámetro a la altura del pecho), tipo de hábitat, localización geográfica exacta (GPS), topografía donde se muestreó el forófito (Anexo 1 y 2).

Para acceder al dosel se utilizó la técnica de alpinismo denominada “single rope technique” (Perry, 1978). Esta técnica consiste en pasar un hilo nylon a través de una horqueta lo más alto posible en el forófito, con la ayuda de un arco y una flecha. Una vez pasado el nylon este es sustituido por una soga especial de alpinismo, la misma que pueda resistir el peso de la persona que va a ascender al dosel. Para esto se necesitó la ayuda de un equipo de alpinismo para ascender por el tronco. Conforme se fue ascendiendo por el forófito, se fue recolectando los especímenes y registrándolos en formularios.

La ocurrencia de especies de epífitas en el forófito fue muestreada bajo el sistema de estratificación vertical según Johansson (Figura 2) el cual divide al árbol en cinco zonas, este parámetro de zonación vertical es muy valioso y ampliamente aplicado en la investigación de epífitas (Johansson, 1975; Köster, 2008).

Una vez que se terminó de muestrear el forófito y para cubrir todas las epífitas confinadas en el estrato bajo del bosque cerca del suelo se realizó un muestreo representativo, en un cuadrante de 20 x 20 m alrededor del forófito seleccionado, y se

colectaron las epífitas que se puedan alcanzar desde el suelo hasta los 2 m de altura, de todos los árboles que tengan más de 10 cm de DAP (Gradstein *et al.*, 2003; Figura 2).

#### **4.3 IDENTIFICACIÓN DE EPÍFITAS**

La identificación de los especímenes colectados se los realizó comparando con el material del Herbario de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (QCA) y el Herbario Nacional del Ecuador (QCNE) en Quito. Algunos especímenes fueron colectados fuera de los cuadrantes de estudio como referencia para comparar con los especímenes infértiles en los herbarios respectivos. Los especímenes que no pudieron ser identificados a nivel de especie se les asignó una morfoespecie en base a comparación con el resto de muestras de los dos sitios de muestreo.

#### **4.4 REGISTRO DE DATOS**

Los datos obtenidos fueron registrados en una base empleando el programa Microsoft Access 2007 para Windows. Por medio de consultas a la base de datos se elaboraron las siguientes matrices: Incidencia de especies por sitio; incidencia de especies por sitio y tipo de bosque; incidencia de especies por cuadrante en los 3 tipos de topografías; diversidad de especies por familia; diversidad de especies por sitio; diversidad de especies por cuadrante. Estas matrices fueron exportadas a los programas Excel 2007 para Windows, Past 2.01 (Hammer *et al.*, 2001), donde se realizaron los análisis estadísticos.

## 4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

### 4.5.1 REPRESENTATIVIDAD DEL MUESTREO

Para determinar si el muestreo fue representativo para cada área de estudio se realizó una rarefacción-muestra “Sample rarefaction” (Mao tau), también conocido como la curva de acumulación de especies para lo cual se utilizó el programa PAST 2.01 (Hammer *et al.*, 2001). En este análisis se utilizó una matriz ordenada en base al número de especies encontradas por forófito y cuadrante, con datos de tipo presencia – ausencia, donde se trata la abundancia como presencia, y la riqueza de especies va a ser estimada como una función del número de muestras.

### 4.5.2 COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS EN LOS DIFERENTES HÁBITATS

Para comparar la diversidad de epífitas en los diferentes tipos de hábitats se realizó un análisis de variancias (ANOVA) el cual incluyó el Test de Levene para la homogeneidad de variancias. Para realizar esta prueba estadística primero se obtuvo el número total de especies de epífitas en cada cuadrante de estudio y se separaron en dos grupos, el grupo bosque y pastizal. Con este análisis se estableció si existen diferencias significativas entre los hábitats bosque, pastizal y entre los diferentes tipos de topografía en cada área de estudio, para esta prueba se utilizó el paquete informático SPSS 17.0.

Se utilizó el análisis de similitudes llamado ANOSIM, es un test no-paramétrico que nos permite evidenciar la existencia de diferencias significativas entre los grupos de estudio, el cual se basa en una medida de distancia (Clarke, 1993; Hammer, 2010). Esta prueba estadística se utilizó para comparar los hábitats bosque, y pastizal de cada sitio. Para los ambientes topográficos se comparó entre la topografía de bosques de los dos

sitios, y entre la topografía de los pastizales de los sitios de estudio. Para esto se exportaron las matrices de los dos sitios desde el programa Access, al programa Past 2.01 (Hammer *et al.*, 2001). Las matrices en el programa Past, consisten en número de especies encontradas en cada cuadrante estudiado y estas deben ser agrupadas por colores para su comparación.

Posteriormente a esta prueba se realizó un escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) como método de ordenación, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis. El algoritmo situó los puntos en un sistema coordinado en dos o tres dimensiones. Este análisis permitió visualizar en un gráfico las relaciones de similitud o disimilitud en la composición florística de los cuadrantes en los dos hábitats estudiados, y entre los ambientes topográficos en los sitios de muestreo (Hammer, 2010).

#### 4.5.3 SIMILITUD FLORÍSTICA

La similitud florística se calculó a través del análisis SIMPER “similarity percentages” que es un método sencillo para determinar que taxa son las principales responsables de las diferencias observadas entre los grupos de muestras. El índice Bray-Curtis se encuentra implícito en el análisis SIMPER.

Para realizar este análisis se utilizó el programa PAST 2.01, empleando las mismas matrices que en los anteriores análisis. Se comparó la similitud florística entre los hábitats bosque y pastizal de cada sitio de estudio y entre sitios de estudio. Este método se utilizó conjuntamente para determinar si existen taxa susceptibles a la fragmentación y otras adaptadas a sitios alterados. De esta manera ciertas familias pueden contribuir a la diferenciación entre estos dos hábitats de estudio (Hammer *et al.*, 2001).

Adicionalmente, con la prueba SIMPER se estudió la diversidad de epífitas vasculares en diferentes ambientes topográficos cima, pendiente y valle en las dos localidades. Este método se realizó para analizar las relaciones de similitud florística de comunidades de epífitas en las distintas topografías.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 NÚMERO DE ESPECIES

En la Reserva Cerro Candelaria se encontró un total de 149 especies pertenecientes a 63 géneros y 20 familias, de las cuales 102 especies se identificaron a nivel de especie. De las 149 especies, 77 se hallaron exclusivamente en el bosque, 24 únicamente en pastizales y 48 especies compartían los dos hábitats (Anexo 3).

En la Estación Biológica Yanayacu se determinó 164 especies pertenecientes a 56 géneros y 21 familias 118 especies se identificaron a nivel de especie. De estas especies, 66 se encontraron en bosque, 39 en pastizales y 59 especies se hallaron en los dos hábitats (Anexo 4).

El muestreo de las epífitas vasculares en cada cuadrante mostró ser representativo para cada área de estudio. La curva de rarefacción para el área de estudio Cerro Candelaria se realizó en base al número de especies. Esta presentó una ligera tendencia a la estabilidad al final de la curva para el hábitat bosque. Pero para el hábitat pastizal la curva no alcanza la saturación. Sin embargo se asume que la muestra es representativa para este sitio de estudio ya que el hábitat bosque el cual es el control si logró alcanzar cierta estabilidad (Figura 3a). De igual forma el muestreo de las epífitas en la Estación Biológica Yanayacu en cada cuadrante en el hábitat bosque mostró ser representativo. La curva de rarefacción se realizó en base al número de especies, el cual presenta una ligera tendencia a la estabilidad al final de la curva, lo cual no ocurrió en el pastizal. Sin embargo se asume que es representativo para el área de estudio, ya que el bosque si alcanzó la saturación en la curva (Figura 4a).

## 5.2 DIVERSIDAD DE ESPECIES

El promedio de especies de epífitas vasculares que se encontró en la Reserva Cerro Candalaria fue de 24 especies en 24 cuadrantes estudiados, con un mínimo de 11 y un máximo de 42 especies. En la Estación biológica Yanayacu se obtuvo un promedio de 35 especies en 24 cuadrantes muestreados, con un mínimo de 22 y un máximo de 58 especies.

En Cerro Candalaria la familia dominante en términos de diversidad de especies fue la familia Orchidaceae contribuyendo con 47%, seguido por el grupo Pteridophyta con el 27% (Figura 5). En Yanayacu, también Orchidaceae fue la familia dominante, aportó con el 44%, seguido del grupo Pteridophyta el cual aportó un 24% de especies (Figura 6).

## 5.3 COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS EN LOS DOS HÁBITATS

El número promedio de especies epífitas difiere significativamente entre el hábitat bosque y pastizal, tanto en Cerro Candalaria como en la Estación Biológica Yanayacu. Los bosques primarios presentaron mayor diversidad de especies. Yanayacu registró mayor promedio de especies en bosques (42), comparado con Cerro Candalaria (32). Por otro lado, los árboles remanentes aislados en pastizales en Cerro Candalaria y Yanayacu registraron un decrecimiento de especies (17) y (28) respectivamente (Figura 7).

El número de especies epífitas entre el hábitat bosque y pastizal fue altamente significativo en la Reserva Cerro Candalaria (ANOVA;  $F_{1, 22} = 61.2$ ,  $p=0.01$ ). El promedio de especies epífitas en los 12 cuadrantes en bosque fue de 32 especies. Mientras que en los 12 cuadrantes en pastizal fue de 17 especies. El número de especies epífitas en la Estación Biológica Yanayacu, presentó diferencias altamente significativas entre el hábitat bosque y

pastizal (ANOVA;  $F_{1, 22} = 24.3$ ,  $p=0.01$ ). Se obtuvo un promedio de 42 especies en 12 cuadrantes realizados en bosque y 28 especies en 12 cuadrantes en pastizales. Los bosques, fue el hábitat con mayor diversidad en los sitios estudiados.

La diversidad de especies en el hábitat pastizal presentó un decrecimiento marcado en algunas familias de epífitas en la Reserva Cerro Candelaria. El grupo Pteridophyta presentó un descenso de aproximadamente 90% en el número de especies y Orchidaceae de alrededor del 50%. Araceae y Ericaceae fueron taxa que desaparecieron en los pastizales. Sin embargo, Bromeliaceae presentó mayor número de especies en este hábitat y menor número en los bosques. La riqueza de especies que comparten el hábitat bosque y pastizal es mínima alrededor del 10-20 % en el número de especies por familia. Las taxas Orchidaceae y Pteridophyta son las que presentan mayor número de especies compartidas, las cuales se caracterizan por poseer especies xerófilas e higrófilas (Figura 8). De igual manera, en Yanayacu se determinó un decrecimiento de especies en pastizales. El grupo Pteridophyta presentó una disminución del 30% aproximadamente. Las familias Araceae, Ericaceae y Piperaceae fueron escasas y ausentes en este hábitat. Sin embargo, Bromeliaceae en esta área de estudio también presentó mayor número de especies en los pastizales que en los bosques. Entre estos dos hábitats, la riqueza de especies de epífitas que comparten es de aproximadamente 10-20 % en el número de especies, al igual que el otro sitio de estudio Orchidaceae y el grupo Pteridophyta presentan el mayor número de especies compartidas entre estos dos hábitats (Figura 9).

En base al análisis de similitudes ANOSIM se encontró diferencias altamente significativas entre los hábitats comparados en Cerro Candelaria. Se obtuvo un  $r: 0.72$  y un  $p=0.0001$ . Se realizó el escalamiento no métrico multidimensional (NMDS) para comparar

los hábitats en este sitio de estudio y se observó que existen agrupamientos entre los cuadrantes en bosque claramente diferenciados de los cuadrantes en sitios intervenidos, con un stress de 0.18 (Figura 10).

En Yanayacu el ANOSIM ejecutado determinó diferencias altamente significativas, se obtuvo un valor de  $r$ : 0.92 y una significancia  $p= 0.0001$ . Se realizó un NMDS (stress: 0.11) con los hábitats de estudio y se observó que existen agrupamientos de los cuadrantes en bosques naturales, claramente diferenciados con los realizados en los pastizales (Figura 11).

#### **5.4 COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS VASCULARES EN DIFERENTES AMBIENTES TOPOGRÁFICOS**

En la Reserva Cerro Candelaria el promedio de especies en el hábitat bosque, en el ambiente topográfico cima fue de 33 especies, en pendiente 33 especies y en valle 30. Los cuadrantes que presentaron mayor número de especies se encontraban en cima y pendiente con 41 especies registradas. El promedio de especies registradas en la Estación Biológica Yanayacu en bosque en la topografía cima fue de 44 especies, en pendiente de 45 especies y en valle de 35 especies. El cuadrante con mayor número de especies fue el realizado en cima ya que se determinaron 58 especies.

En Cerro Candelaria para el hábitat pastizal se encontró un promedio de 19 especies en cima, 18 especies en pendiente y 14 especies en valle. En este hábitat el cuadrante con mayor número de especies se situaba en la cima, con 21 especies. En Yanayacu los pastizales, registraron un promedio de 30 especies en cima, 29 especies en pendiente y 25

especies en valle. El cuadrante con el número más alto de especies se encontró en pendiente, con 33 especies.

El número de especies de epífitas vasculares en los tres ambientes topográficos no presentó diferencias significativas en el hábitat bosque en la Reserva Cerro Candelaria (ANOVA;  $F_{2,9} = 0.59$ ,  $p > 0.05$ ). De igual manera, en Yanayacu el número de especies de epífitas entre los diferentes ambientes topográficos en bosque no presentó diferencias significativas (ANOVA;  $F_{2,9} = 1.77$ ,  $p > 0.05$ ).

La composición florística de epífitas vasculares en los tres ambientes topográficos en el hábitat bosque en el sitio Cerro Candelaria no presentó diferencias significativas ( $r: 0.001$ ;  $p = 0.47$ ) en base al análisis ANOSIM. Se realizó un NMDS (stress: 0.15) el cual nos indica que no existe una separación definida entre los ambientes topográficos comparados ya que éstos se sobrelapan (Figura 12). En la Estación Biológica Yanayacu las topografías analizadas en el hábitat bosque no registró diferencias significativas (ANOSIM  $r: 0.14$ ;  $p = 0.08$ ). Con el NMDS (stress: 0.11) se observa que los ambientes topográficos no presentaron una separación definida, al igual que el otro sitio, presentan un sobrelapamiento (Figura 13).

El número de especies de epífitas en las tres ambientes topográficos no presentaron diferencias significativas en el hábitat pastizal en el sitio Cerro Candelaria (ANOVA;  $F_{2,9} = 0.59$ ,  $p > 0.05$ ). De igual manera, en Yanayacu no se encontró diferencias significativas (ANOVA;  $F_{2,9} = 0.84$ ,  $p > 0.05$ ).

La composición florística de las comunidades de epífitas en Cerro Candelaria en los diferentes ambientes topográficos en pastizal presentó diferencias significativas (ANOSIM  $r: 0.30$  y  $p=0.02$ ). Se ejecutó un NMDS (stress: 0.18) el cual no presentó una separación definida entre los ambientes topográficos comparados ya que estos se sobrelapan (Figura 14). De igual manera, en Yanayacu se comparó la composición florística de las epífitas en los pastizales en los tres ambientes topográficos y no presentaron ninguna diferencia significativa (ANOSIM  $r: 0.07$   $p= 0.28$ ). Se realizó un NMDS (stress: 0.14) y los ambientes topográficos analizados no presentaron una separación definida (Figura 15).

## 5.5 SIMILARIDAD FLORÍSTICA

La similaridad florística fue baja entre los cuadrantes realizados en bosque y pastizal (22% similaridad grupal) en la Reserva Cerro Candelaria (Tabla 1). Se observa que dos familias de helechos poseen el mayor índice de contribución a la diferencia grupal en el hábitat bosque; *Terpsichore alsopteris* (Grammitidaceae) e *Hymenophyllum microcarpum* (Hymenophyllaceae) (Tabla 1), los cuales son especímenes susceptibles a la fragmentación y característicos de los bosques primarios. En la Reserva Yanayacu la similaridad florística de igual forma fue baja (25% similaridad grupal) en los cuadrantes de estudio (Tabla 2). Las especies con mayor índice de contribución a la diferencia grupal en bosque fueron *Evodianthus funifer* (Cyclanthaceae) y *Vittaria remota* (Vittariaceae) (Tabla 2), los cuales también son especímenes característicos de bosques prístinos.

El análisis SIMPER en base a los ambientes topográficos en Cerro Candelaria al comparar en el hábitat bosque; la flora epifítica entre la cima y la pendiente determinó un 41% de similaridad. La comunidad epífita de la pendiente con la del valle un 41%. Y entre la flora de la cima y el valle un 37%. En el pastizal se analizó la flora de la cima, con la

flora de la pendiente, se obtuvo un 37%. Entre la flora de la pendiente y los valles un porcentaje de 36% y entre la flora de la cima con el valle 24%. De igual manera, se ejecutó un SIMPER para analizar la flora de Yanayacu. Al comparar la comunidad epífita ubicada en el hábitat bosque de la cima y la pendiente se obtuvo un 55% de similaridad grupal. Entre la pendiente y el valle 52%. La flora en la cima y el valle, 45%. En el pastizal entre las topografías cima y pendiente se determinó un 46%. En la flora de la pendiente y el valle un 43%. Y entre la cima y el valle un 43%.

## 6. DISCUSIÓN

La composición florística de epífitas vasculares en los sitios de estudio Reserva Cerro Candelaria y Estación Biológica Yanayacu mostraron ser similares a otras investigaciones realizadas en bosques húmedos neotropicales a medias altitudes (1500-2250 msnm) (Krömer *et al.*, 2005; Flores-Palacios y García-Franco 2006; Werner, 2007; Flores-Palacios y García-Franco 2008; Köster, 2008; Larrea y Werner, 2010). Las 250 especies determinadas en 48 forófitos muestreados, representan 5.8% del total de especies epífitas registradas para el país (Jørgensen y León-Yáñez, 1999). Un estudio previo realizado en un área geográfica cercana a Yanayacu en la cordillera oriental de los Andes reportó un número de especies similar (Larrea y Werner, 2010), lo cual sugiere que los 48 forófitos muestreados en el estudio registraron un número representativo de las especies que ocurren en estas áreas y pueden representar un porcentaje importante de la riqueza florística epífita de la región centro-norte de las estribaciones orientales andinas del Ecuador.

Los resultados en este estudio indican un decrecimiento en la diversidad y monotonía en la composición de la flora epífita en los árboles remanentes aislados en pastizales comparado con los bosques primarios. Existe un decrecimiento del 62% de la flora epífita del bosque primario en los árboles muestreados en pastizales en Cerro Candelaria. Por otro lado, en Yanayacu se registró la disminución del 53% de la flora epífita. Sin embargo, los árboles en pastizales en Cerro Candelaria presentan un 49% de flora epífita original del bosque y la flora adaptada al stress fisiológico presente en pastizales. Yanayacu registra un 60% de esta flora epífita en los árboles muestreados en pastizales. Existe un decrecimiento de la flora epífita del bosque en los pastizales, debido

al stress fisiológico que existe en estos hábitats. No obstante, el porcentaje de flora epífita que alberga este tipo de hábitat se puede considerar alto debido a las condiciones extremas que deben soportar estas comunidades. Por ello se podría considerar el potencial que presenta este hábitat transformado por el hombre como refugio de la biota epifítica. Estos resultados concuerdan con estudios previos realizados en México y en el norte del Ecuador, donde se reportó una alta diversidad de epífitas en hábitats antropogénicamente disturbados (Larrea 1995, 1997; Hietz-Seifert et al. 1996). En contraste a estos estudios, se han realizado investigaciones en Venezuela y al sur del Ecuador, reportando un empobrecimiento acentuado de la comunidad epífita en los árboles remanentes aislados en pastizales (Barthlott *et al.*, 2001; Werner, 2005).

## 6.1 DIVERSIDAD DE ESPECIES

Las 149 especies de epífitas vasculares encontradas en los 24 forófitos muestreados en la Reserva Cerro Candelaria representaron el 3.43 % del total de especies epífitas registradas para el país (Jørgensen y León-Yáñez, 1999). Las 164 especies epifíticas muestreadas en los 24 forófitos en la Estación Biológica Yanayacu representan el 3.78 % de la flora epífita registrada en el Ecuador (Jørgensen y León-Yáñez, 1999). En tanto que, el porcentaje en Cerro Candelaria representa el primer registro de especies epífitas para esta localidad y para la Estación Biológica Yanayacu, este porcentaje es el primer registro en el rango altitudinal en el que se realizó el estudio.

Orchidaceae fue la familia más diversa en términos de número de especies tanto en el Cerro Candelaria como en Yanayacu contribuyendo con el 41% y 44% del total de especies respectivamente. La dominancia de Orchidaceae en este estudio se concuerdan con otros estudios realizados en bosques montanos (Nieder & Barthlott, 2001; Kreft *et al.*,

2004; Flores-Palacios y García-Franco, 2006; Köster, 2008; Werner, 2009). Kreft *et al.* (2004), resume varias investigaciones realizadas en ocho localidades en bosques montanos y nueve localidades en tierras bajas en algunos países Sudamericanos, en el cual determina a Orchidaceae como familia dominante en términos de riqueza de especies en bosques montanos. No obstante, este patrón se encuentra menos acentuado en tierras bajas.

La dominancia de Orchidaceae en el estudio se podría explicar por la estratificación irregular debido a la orografía imperante en el bosque montano, la cual favorece la dispersión de semillas tipo polvo empleando como vector al viento, como es el caso de Orchidaceae. No obstante, en tierras bajas este tipo de dispersión por el viento no se ve favorecido por la estructura arbórea de este ecosistema, en estos casos la dispersión zoocoria, presente en familias como Araceae, representa el medio más eficaz de dispersión (Benzing, 1990). De esta manera, la relación entre la orografía, estratificación del bosque y la eficiencia del medio de dispersión, determinan la dominancia de ciertas familias en determinados hábitats.

## **6.2 COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS EN LOS DOS HÁBITATS**

El número de especies epífitas registró un decrecimiento en los árboles aislados en pastizales en los dos sitios de estudio. Esta pérdida de especies en los árboles aislados en pastizales ha sido previamente reportada en algunos estudios realizados en sitios estacionales (Barthlott *et al.*, 2001; Flores-Palacios & García-Franco, 2004; Werner, 2005). En contraste, a estos estudios se han realizado investigaciones en sitios no estacionales los cuales han demostrado que la diversidad de epífitas no decrece en los hábitats transformados por el hombre (Larrea 1995, 1997; Hietz-Seifert *et al.* 1996). La declinación

de la diversidad de epífitas en los pastizales se puede explicar por el clima de las áreas donde se realizaron los estudios.

Este estudio muestra que los árboles remanentes en pastizales pueden ofrecer refugio a un porcentaje de la diversidad de epífitas. Este porcentaje en Cerro Candelaria y Yanayacu está entre el 53 y 62%, el cual es un porcentaje alto de diversidad que alberga un hábitat con un extremo grado de alteración antropogénica como lo son los pastizales. Este hábitat puede albergar una alta diversidad de epífitas debido al clima local, que corresponde a bosque montano el cual se caracteriza por altas precipitaciones, una cobertura constante de nubes que reducen la temperatura y permiten mantener mayor humedad en el ambiente, lo cual posiblemente resultó ser una condición que favoreció a los árboles remanentes aislados en pastizales ya que no evidenció los efectos de la fragmentación o estos no fueron tan extremos, permitiendo así albergar un porcentaje mayor de epífitas.

Los dos sitios de estudio no presentan una reducción significativa en la diversidad de especies en los árboles remanentes aislados en pastizales, comparado con los bosques primarios. Sin embargo, el análisis NMDS determinó que la composición de la comunidad epífita difiere significativamente, existe una sucesión de familias xerofóbicas por familias xerotolerantes debido a la alteración del hábitat. El decrecimiento del número de especies de epífitas xerofóbicas en estos hábitats transformados sugiere que las epífitas responden negativamente a cambios en los niveles de luz, temperatura y evapotranspiración como resultado de los disturbios en los bosques (Laurance, 2004). Familias como Bromeliaceae, Orchidaceae, registraron especies tolerantes a la desecación, las cuales estuvieron bien representadas en los árboles aislados en pastizales. Mientras que Araceae, Ericaceae,

Gesneriaceae, y el grupo Pteridophyta presentan especies intolerantes al estrés por desecación siendo elementos comunes en bosques naturales y escasos o ausentes en los árboles remanentes aislados en pastizales.

Cada familia epífita registrada en la investigación respondió de diferente forma a la transformación de su hábitat por las actividades del hombre: 1) Orchidaceae debido a sus adaptaciones a ambientes xéricos se encuentra bien establecida en los pastizales. Estos resultados concuerdan con la resistencia que presenta Orchidaceae en los árboles muestreados en pastizales encontrados por Köster (2008) y Werner (2009); 2) Bromeliaceae prefiere el pastizal, debido a que presenta un mayor número de especies en dicho hábitat. Esta familia se caracteriza por presentar alta diversidad y abundancia en los árboles remanentes aislados en pastizales, como lo confirman previos estudios realizados en pastizales o bosques disturbados por extracción parcial de madera (Dunn, 2000a; Barthlott *et al.*, 2001; Werner *et al.*, 2005; Hietz *et al.*, 2006); 3) Araceae, Ericaceae, Gesneriaceae y el grupo restante de angiospermas tuvieron una disminución de especies pronunciada en los pastizales. Algunos de estos grupos taxonómicos comprenden epífitas que habitan zonas bajas del tronco, las cuales están más ligadas a la humedad del suelo y no pueden tolerar la sequedad microclimática de los troncos que se encuentran en los pastizales, debido a que se encuentran directamente expuestos al sol (Köster, 2008); 4) El grupo restante de angiospermas consiste en taxas representadas por especies sin adaptaciones especiales para la forma de vida epifítica, por lo cual estos especímenes se registraron solo en bosque, las cuales pueden solamente sobrevivir en hábitats con condiciones favorables, como humedad constante, baja exposición al viento y a rayos solares (Köster, 2008).

Dentro del grupo de helechos la mayoría de especímenes pertenecientes a la familia Hymenophyllaceae y Grammitidaceae son higrófitos, los cuales carecen de sitios adecuados para crecer en los árboles aislados en pastizales (Werner *et al.*, 2005). Sin embargo, en Yanayacu se registró dos especímenes pertenecientes a estas familias en los árboles muestreados en pastizales, aunque se encuentren representados por individuos intolerantes a la desecación microclimática, estos individuos presentaron una resistencia a la desecación en este hábitat, tal vez esta resistencia a la desecación en este hábitat se vio favorecida por el clima no estacional del sitio de estudio. El régimen de precipitación anual alto y períodos secos cortos son característicos en los bosques montanos el cual permite albergar vegetación epífita inclusive en pastizales donde las fluctuaciones microclimáticas son extremas, las cuales provocan un decrecimiento de la diversidad epífita (Larrea, 1995; Hietz-Seifert *et al.*, 1996; Ibisch, 1996; Krömer y Gradstein, 2003; Köster, 2008; Werner, 2009).

### **6.3 COMPARACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE EPÍFITAS EN DIFERENTES AMBIENTES TOPOGRÁFICOS**

La diversidad y composición de especies epífitas puede estar influenciada por propiedades espaciales (tipo de hábitat; distancia al borde del bosque, al bosque primario), temporales (edad) (Köster, 2008). Además la topografía y elevación son importantes factores que afectan la diversidad y composición, ya que proveen de heterogeneidad microclimática (Clark *et al.*, 1999, Harms *et al.*, 2001, Lieberman *et al.*, 1985, Phillips *et al.*, 2003, Webb *et al.*, 1999). Sin embargo, los resultados obtenidos con los análisis estadísticos nos indican que los diferentes ambientes topográficos en los dos tipos de hábitats no están relacionados significativamente con la diversidad y composición florística de las epífitas vasculares.

Los resultados del estudio demuestran que no existe una relación entre la composición y la distribución de las especies epífitas en los diferentes ambientes topográficos tanto en bosques como en los pastizales en Yanayacu. Sin embargo en Cerro Candelaria los pastizales presentaron diferencias significativas, las cuales se deben a la distancia que existe desde el bosque hacia los árboles en pastizales, esto limita la dispersión de polen, semillas y su establecimiento en los forófitos (Köster, 2008; Werner, 2009). La única relación que se encontró en cuanto a diversidad fue un mayor número de especies tanto en pendiente como en cima; el valle presentó un menor número de especies. La distribución de las epífitas en estos ambientes topográficos se podría explicar por dos aspectos: 1) La riqueza de epífitas se encuentra influenciada por algunas características de los árboles hospederos, como el tamaño del árbol, la corteza y longevidad (Hietz y Hietz-Seifert, 1995a, b; Zotz y Vollrath, 2003; Flores-Palacios y García-Franco, 2006; Laube y Zotz, 2006). Generalmente árboles grandes y longevos albergan más especies de epífitas que árboles pequeños (Hietz y Hietz-Seifert, 1995b; Nieder y Barthlott, 2001; Flores-Palacios y García-Franco, 2006). Estudios han encontrado una correlación entre la concentración de nutrientes en los suelos y el tamaño de los árboles, los cuales registran árboles con mayor altura en sitios ubicados en pendiente con mayor concentración de nutrientes (Homeier, 2004; Wilcke *et al.*, en impresión; Oesker *et al.*, en impresión). De esta manera, la relación entre la concentración de nutrientes y el tamaño de los árboles podría determinar una mayor diversidad de epífitas en este ambiente topográfico debido a una mayor probabilidad de colonización que puede ofrecer un árbol más grande (Hietz y Hietz-Seifert, 1995b; Nieder y Barthlott, 2001; Flores-Palacios y García-Franco, 2006); y 2) Posiblemente factores como una mayor apertura de dosel en el ambiente topográfico cima permite un recambio de especies epífitas adaptadas a la sombra y alta humedad por especies demandantes de luz y adaptadas al estrés por desecación, lo que resulta en una

dinámica demográfica favorecida por la dispersión (anemocoria) y la orografía local, la cual aporta un número de especies a este tipo de topografía para mantener un número equiparable de especies con la pendiente (Werner, 2009).

La topografía es un factor complejo que relaciona varios mecanismos como: hidrología, dispersión de nutrientes, estructura del suelo y exposición del viento (Homeier, 2008). Estos mecanismos son pobremente entendidos y los estudios realizados sobre el tema son aún escasos (Luizao *et al.*, 2004, Takyu *et al.*, 2002). Si bien en este estudio los análisis estadísticos no determinaron si existe relación entre la composición florística de las epífitas y los ambientes topográficos el desarrollo de estudios complementarios es necesario para evaluar la relación de este factor de estudio con aspectos ecológicos de las epífitas vasculares.

#### **6.4 SIMILARIDAD FLORÍSTICA**

Los diferentes grupos taxonómicos de epífitas vasculares responden de diferente manera a la conversión de su hábitat (Köster, 2008; Werner, 2009). En consecuencia, la composición de las comunidades de epífitas vasculares entre el hábitat bosque y pastizal presentó un bajo porcentaje de similaridad en base al análisis SIMPER, tanto en Cerro Candelaria como en Yanayacu.

La prueba SIMPER utilizada en el presente trabajo mostró las especies susceptibles a la fragmentación y especies adaptadas a sitios alterados. Esta prueba registró a Bromeliaceae, Orchidaceae y Polypodiaceae como familias ricas en especies xerotolerantes las cuales estuvieron presentes en árboles remanentes aislados en pastizales. Mientras Hymmenophyllaceae, Grammitidaceae, Araceae, Ericaceae y el grupo restante de

angiospermas representaron elementos xerofóbicos los cuales fueron comunes en bosques y escasos o ausentes en hábitats antropogénicamente alterados en los dos sitios de estudio. Estos resultados concuerdan con estudios realizados en Bolivia y Ecuador (Ibisch, 1996; Krömer y Gradstein, 2003; Werner, 2009). No obstante, la familia Piperaceae, con representantes del género *Peperomia*, no fueron registradas en nuestro estudio como elemento común y abundante en los pastizales como se ha reportado en otros estudios (Ibisch, 1996; Krömer y Gradstein, 2003; Werner, 2009). Köster (2008), en su trabajo tampoco registra a esta familia en los árboles analizados en los pastizales, la cual se esperaba encontrar bien representada en estos hábitats alterados por el hombre debido a su hábito suculento y resistencia al estrés por desecación.

Las especies con mayor susceptibilidad a la fragmentación de un hábitat: *Terpsichore alsopteris* (Grammitidaceae), *Hymenophyllum microcarpum* (Hymmenophyllaceae) en Cerro Candelaria y *Evodianthus funifer* (Cyclanthaceae), *Vittaria remota* (Vittariaceae) en Yanayacu. Los especímenes registrados en el estudio corresponden a familias de epífitas xerofóbicas. Estas familias son susceptibles a variaciones climáticas y podrían representar especies sensibles a alteraciones provocadas por el hombre. Además pueden ser utilizadas como bioindicadores para evaluar el estado de conservación de un hábitat determinado (Gentry & Dodson, 1987b; Hietz-Seifert *et al.*, 1995b; Benzing, 1998; Barthlott *et al.*, 2001; Nadkarni, 2002; Köster, 2008).

Los resultados obtenidos del SIMPER en los dos sitios de estudio determinaron un porcentaje alto de similaridad florística entre las comunidades epífitas en los tres ambientes topográficos. Este análisis concuerda con las otras pruebas estadísticas complementarias ANOSIM y NMDS, lo cual indica que los tres ambientes topográficos:

cima, pendiente y valle comparten la flora epífita, no existe una distribución específica o preferencia de las comunidades epífitas por alguna topografía en particular.

## 6.5 IMPLICACIONES EN LA CONSERVACIÓN

Las epífitas vasculares constituyen un grupo modelo para estudiar el impacto humano en la biota presente en los bosques primarios ya que son una pieza fundamental en el bosque montano tropical debido a las interacciones ecológicas que presentan con aves, mamíferos, anfibios, reptiles e invertebrados (Remsen y Parker, 1984; Nadkarni y Matelson, 1989; Cruz-Angón y Greenberg, 2005; Stuntz *et al.*, 2002) y a nivel abiótico con el agua y nutrientes (Coxson y Nadkarni, 1995; Lowman y Nadkarni, 1995; Benzing, 1998).

Nuestra investigación demuestra que los árboles remanentes aislados en pastizales pueden albergar una singular diversidad de epífitas vasculares en esta región. Estos resultados sugieren el alto potencial de conservación que representan los árboles muestreados en pastizales para el refugio de la biota epífita. De esta forma pueden funcionar como un núcleo de regeneración y un medio de conexión de poblaciones epífitas hacia otros bosques (Guevara *et al.*, 1998; Dunn, 2000b; Guevara *et al.* 2005). Sin embargo, el decrecimiento de la composición florística en los árboles remanentes en pastizales fue evidente en nuestro estudio, por lo tanto su potencial de conservación posee un tiempo limitado.

La conservación de la biodiversidad en el bosque montano tropical se puede dar en dos vías; a través de áreas protegidas y a través de un manejo ecológico, económico y sustentable. Este manejo se basa en un gradiente de disturbio humano progresivo, el cual

va de bosques primarios a pastizales y otro gradiente regresivo que va de pastizales a la reforestación de bosques con especies nativas. Sin duda este tipo manejo es una oportunidad viable y realista de conservar la biodiversidad de estos bosques (Mosandl y Günter, 2008). Por otro lado, a corto plazo es necesaria la creación de un plan de manejo de estas áreas destinadas al pastoreo, el cual consiste en la reforestación con un número determinado de especies nativas y en las áreas que van a ser transformadas en campos de pastoreo determinar un número de árboles remanentes de los bosques primarios que no se talen para de esta manera asegurar un refugio que sirva como medio de conexión y regeneración de la flora epífita y la biota con la cual interactúan estos organismos.

## 7. CONCLUSIONES

1. La riqueza de especies de epífitas vasculares en los árboles remanentes en pastizales difiere significativamente de la riqueza presente en los bosques naturales en Cerro Candelaria y Yanayacu.
2. La composición florística presentó cambios en la comunidad epifítica en los hábitats antropogénicamente disturbados.
3. La composición de la comunidad epífita a nivel de familia es un indicador más sensible a las alteraciones antropogénicas que la diversidad de especies.
4. El alto número de especies registradas en los árboles remanentes aislados en pastizales sugieren un alto valor para la conservación de las comunidades epífitas en estos hábitats.
5. Las especies xerofóbicas fueron escasas o ausentes en los árboles aislados en pastizales y a pesar de poseer un alto valor para la conservación de epífitas su manejo debe tomarse con precaución en futuros programas de conservación.

## 8. LITERATURA CITADA

- Arranz, L., Ed. 1985. Cristóbal Colón: Diario de a bordo. Madrid.
- Baillie, J.E.M., Hilton-Taylor, C., y Stuart, S.N. 2004. IUCN Red List of Threatened Species: a global species assessment. IUCN, Gland.
- Barlow, J., Gardner, T.A., Araujo, I.S., Avila-Pires, T.C., Bonaldo, A.B., Costa, J.E., Esposito, M.C., Ferreira, L.V., Hawes, J., Hernandez, M.M., Hoogmoed, M.S., Leite, R.N., Lo-Man-Hung, N.F., Malcolm, J.R., Martins, M.B., Mestre, L.A.M., Miranda-Santos, R., Nunes-Gutjahr, A.L., Overal, W.L., Parry, L., Peters, S.L., Ribeiro-Junior, M.A., da Silva, M.N.F., Motta, C.D., y Peres, C.A. 2007. Quantifying the biodiversity value of tropical primary, secondary, and plantation forests. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 104: 18555-18560.
- Barthlott, W., Schmit-Neuerburg, V., Nieder, J., y Engwald, S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.
- Behling, H. 2008. Tropical mountain forest dynamics in Mata Atlantica and northern Andean biodiversity hotspots during the late Quaternary. En: *The Tropical Mountain Forest – Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot*. S.R. Gradstein, J. Homeier and D. Gansert (eds). Göttingen Centre for Biodiversity and Ecology 2: 25-33.
- Benzing, D. H. 1989. Vascular epiphytism in America. En: *Tropical Rain Forest Ecosystems: Biogeographical and ecological studies*. *Ecosystems of the World*

- 14.B. (Lieth H. y M.J.A. Werger, eds.). Elsevier, Amsterdam, Netherlands, p. 133-154.
- Benzing, D.H. 1990. Vascular epiphytes: General biology and related biota. Cambridge University Press. Cambridge, USA.
- Benzing, D. H. 1998. Vulnerabilities of tropical forest to climate change: The Significance of Resident Epiphytes. *Climatic Change* 39: 519-540.
- Barthlott, W., Schmit-Neuerburg, V., Nieder, J., y Engwald, S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: A comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.
- Cañadas, L. 1983. Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. MAG. PRONAREG. Quito.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Australian Journal of Ecology* 18:117-143.
- Clark, D.B., Palmer, M.W., Clark, D.A. 1999. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology* 80: 2662-2675.
- Coxson, D., y Nadkarni, N.M. 1995. Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of forest ecosystems. *Forest canopies* (ed. by M. Lowman and N.M. Nadkarni), Academic Press, San Diego, p. 495–546.
- Cruz-Angón, A., y Greenberg, R. 2005. Are epiphytes important for birds in coffee plantations? An experimental assessment. *Journal of Applied Ecology* 42, 150-159.
- Dirzo, R., y Raven, H. 2003. Global State of Biodiversity and Loss. *Annual Review of Environmental Resources* 28: 137-167.
- Dodson, C. H., y Gentry, A. H.. 1991. Biological extinction in western Ecuador. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 78: 273-295.

- Dunn, R.R. 2000a. Bromeliad communities in isolated trees and three successional stages of an Andean cloud forest in Ecuador. *Selbyana* 21: 137-143.
- Dunn, R.R. 2000b. Isolated trees as foci of diversity in active and fallow fields. *Biological Conservation* 95, 317-321.
- Erwin, T.L. 1988. The tropical forest canopy - the heart of biotic diversity. En: Biodiversity (ed. Wilson, E.O.). National Academic Press Washington, D.C.
- Erwin, T.L. 1991. How many species are there - revisited. *Conservation Biology* 5: 330-333.
- Flores-Palacios, A., y García-Franco, J.G. 2004. Effects of isolation on the structure and nutrient content of oak epiphyte communities. *Plant Ecology* 173: 259–269.
- Flores-Palacios, A., y García-Franco, J.G. 2006. The relationship between tree size and epiphyte species richness: testing four different hypotheses. *Journal of Biogeography*. *J. Biogeogr* 33: 323–330,
- Flores-Palacios, A., y García-Franco, J.G. 2008. Habitat isolation changes the beta diversity of the vascular epiphyte community in lower montane forest, Veracruz, Mexico. *Biodivers Conserv* 17:191–207.
- Foley, J.A., DeFries, R., Asner, P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, H., Holloway, T., Howard, E.A., Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, I.C., Ramankutty, N. y Snyder, P.K. 2005. Global Consequences of Land Use. *Science* 22 (309): 570-574.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2005. Global Forest Resources Assessment: Progress towards sustainable forest management. FAO Forestry paper 147.

- Gentry, A.H. 1982. Phytogeographic patterns as evidence for a Chocó refuge. En: Biological diversity in the tropics. Prance, G. (ed), Columbia University Press, New York City, p. 112-137.
- Gentry, A.H. y Dodson, C. 1987a. Neotropical vascular epiphyte. *Ann. Missouri Bot. Gard* 74: 183-204.
- Gentry, A.H. y Dodson, C. 1987b. Diversity and biogeography of Neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanic Gardens* 74: 205–233.
- Gradstein, R., Nadkarni, N., Kromer, T., Holz, I., Noske, N. 2003. A Protocol for Rapid and Representativew sampling of Vascular and Non-Vascular Epiphyte Diversity of Tropical Rain Forest. *Selbyana* 24(1): 105-111.
- Gradstein, R. 2008. Epiphytes of tropical montane forests - impact of deforestation and climate change. En: *The Tropical Mountain Forest – Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot. Biodiversity and Ecology Series.* Gradstein, S.R., Homeier, J., y Gansert D. (eds). *Göttingen Centre for Biodiversity and Ecology* 2: 51-65.
- Guevara, S., Laborde, J., y Sánchez, G. 1998. Are isolated remnant trees in pastures a fragmented canopy? *Selbyana* 19, 34-43.
- Guevara, S., Laborde, J., y Sanchez-Rios, G. 2005. The trees the forest left behind. *Interciencia* 30, 595-601.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., y Ryan, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): p. 9. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- Hammer, Ø. 2010. PAST: Paleontological Statistics 2.01. Manual Reference. Natural History Museum. University of Oslo. Noruega.
- Harms, K., Condit, R., Hubbell, S.P., Foster, R.B. 2001. Habitat association of trees and shrubs in a 50-ha neotropical forest cuadrante. *Journal of Ecology* 89: 947-959.

- Haro, X. 2006. Estudio comparativo de la diversidad de epífitas vasculares en bosques y sistemas agroforestales de cacao al sur-occidente de la provincia de Esmeraldas, Chocó Ecuatoriano. Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Hietz-Seifert, U., Hietz, P., y Guevara, S. 1996. Epiphyte vegetation and diversity on remnant trees after forest clearance in southern Veracruz. *Biological Conservation* 75: 103-111.
- Hietz, P. 1999. Diversity and Conservation of the epiphytes in a Changing Environment. *Pure Appl. Chem.*, Vol. 70, No. 11.
- Hietz, P. 2005. Conservation of vascular epiphytes diversity in mexican coffee plantation. *Conservation Biology*. Volume 19. No.2: 391-399.
- Hietz, P., y Hietz-Seifert, U. 1995b. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along altitudinal gradient in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* (4): 487-498.
- Hietz, P., y Hietz-Seifert, U. 1995a. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science* 6: 719-728.
- Hietz, P., Buchberger, G., y Winkler, M. 2006. Effect of forest disturbance on abundance and distribution of epiphytic bromeliads and orchids. *Ecotropica* 12: 103-112.
- Homeier, J. 2008. The influence of topography on forest structure and regeneration dynamics in an Ecuadorian montane forest. En: *The Tropical Mountain Forest – Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot*. Gradstein S. R., Homeier, J., y Gansert, D. (Eds.). Göttingen Centre for Biodiversity and Ecology 2: 97-107.
- Ibisch, P. 1996. Neotropische Epiphytendiversität – das Beispiel Bolivien. Ph.D. dissertation, Universität Bonn. Martina Galunder-Verlag, Wiehl.

- Johansson, D. 1975. Ecology of epiphytes orchids in West African rain forests. *Bull.Am.Orchid Soc* 44: 125-136.
- Jørgensen, P.M., y León-Yáñez, S. 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Missouri Botanical Garden Press, St Louis.
- Kelly, D. L. 1985. Epiphytes and climbers of a Jamaica rain forest: vertical distribution, life forms and life histories. *Journal of Biogeography* 12: 223-241.
- Kelly, D.L., Tanner, E.V.J., Nic Lughada, E., y Kapos, V. 1994. Floristics and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. *Journal of Biogeography* 21: 421-440.
- Kessler, M. 2001. Pteridophyte species richness in Andean forests in Bolivia. *Biodiversity and Conservation* 10: 1473–1495.
- Köster, N. 2008. Tropical epiphyte diversity under human impact – Comparing primary forests, secondary forests, and forest fragments in Ecuador. Tesis doctoral, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn.
- Köster, N., Friedrich, K., Nieder, N., Barthlott, W. 2009. Conservation of epiphyte diversity in an Andean landscape transformed by human land use. *Conservation Biology* 25, 911–919.
- Kreft, H., Köster, N., Küper, W., Nieder, J., y Barthlott, W. 2004. Diversity and biogeography of vascular epiphytes in Western Amazonia, Yasuní, Ecuador. *Journal of Biogeography* 31: 1463–1476.
- Krömer, T., Kessler<sup>1</sup>, M., Gradstein, S., y Acebey, A. 2005. Diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* 32: 1799-1809.

- Krömer, T., y Gradstein, S.R. 2003. Species richness of vascular epiphytes in two primary forests and fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana* 24: 190–195.
- Küper, W., Kreft, H., Nieder, J., Köster, N., y Barthlott, W. 2004. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography* 31: 1477–1487.
- Larrea, M. 1995. Respuesta de las epífitas vasculares a diferentes formas de manejo del bosque nublado, Bosque Protegido Sierrazul, Napo, Ecuador. Unpublished report, EcoCiencia, Quito.
- Larrea, M. 1997. Respuesta de las epífitas vasculares a diferentes formas de manejo del bosque nublado, Bosque Protegido Sierrazul, zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Cayambe-Coca, Napo, Ecuador. Pp. 321–346 in Mena, P.A., Soldi, A., Alarcón, R., Chiriboga, C. & Suárez, L (eds.). *Estudios Biológicos para la conservación*. EcoCiencia, Quito.
- Larrea, M., y Werner, F. 2010. Response of vascular epiphyte diversity to different land-use intensities in a neotropical montane wet forest. *Forest Ecology and Management* 260: 1950–1955.
- Laube, S., y Zotz, G. 2006. Long-term changes of the vascular epiphyte assemblage on the palm *Socratea exorrhiza* in a lowland forest in Panama. *Journal of Vegetation Science* 17, 307-314.
- Laurance, W.F. 2004. Forest–climate interactions in fragmented tropical landscapes. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 359, 345–352.
- Laurance, W.F., y Peres, C.A. 2006. *Emerging Threats to Tropical Forests*. University of Chicago Press, Chicago.
- Lieberman, M., Lieberman, D., Hartshorn, G.S., y Peralta, R. 1985. Small-scale altitudinal variation in lowland wet tropical forest vegetation. *Journal of Ecology* 73: 505-516.

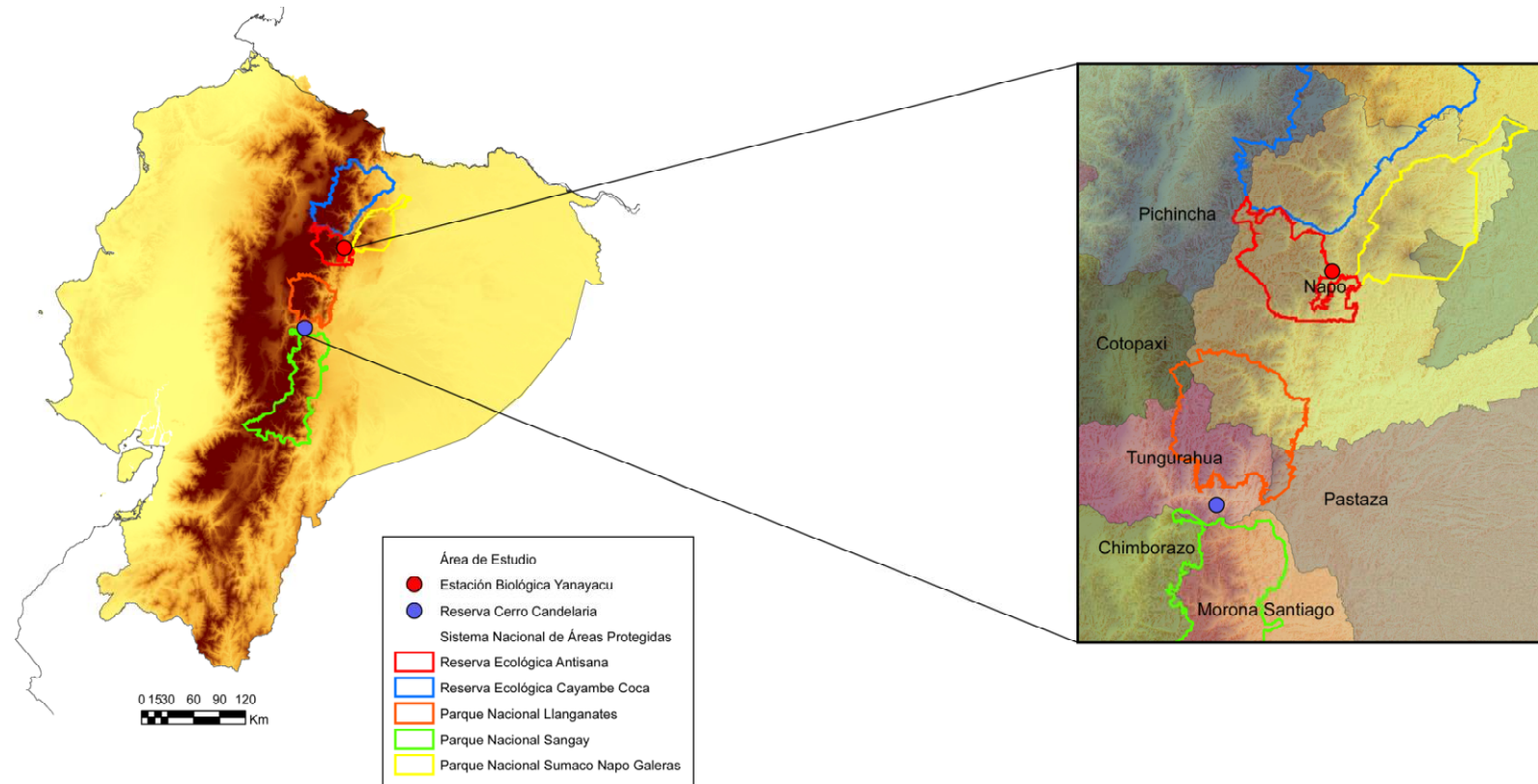
- Lowman, M., y Nadkarni, N. 1995. Forest canopies: a review of research on this biological frontier. London, England.
- Luizao, R.C.C., Luizao, F.J., Paiva, R.Q., Monteiro, T.F., Sousa, L.S., Kruijt, B. 2004. Variation of carbon and nitrogen cycling processes along a topographic gradient in a central Amazonian forest. *Global Change Biology* 10: 592-600.
- Malcolm, J.R., Liu, C.R., Neilson, R.P., Hansen, L. y Hannah, L. 2006. Global warming and extinctions of endemic species from biodiversity hotspots. *Conservation Biology* 20: 538-548.
- Martin, P.H. 2004. Forty years of tropical forest recovery from agriculture: Structure and floristic of secondary and old-growth riparian forests in the Dominican Republic. *Biotropica* 36(3): 297-317.
- Mosandl, R., y Günter S. 2008. Sustainable management of tropical mountain forests in Ecuador. En: *The Tropical Mountain Forest – Patterns and Processes in a Biodiversity Hotspot*. Gradstein, S.R., Homeier, J., y Gansert, D. (eds.) Göttingen Centre for Biodiversity and Ecology 2: 177-193.
- Mosandl, R., Günter, S., Stimm, B., y Weber, M. 2008. Ecuador suffers the highest deforestation rate in South America. En: *Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador*. Beck, E., Bendix, J., Kottke, I., Makeschin, F., Mosandl, R (eds) *Ecological Studies* 198. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, p: 37-40.
- Nadkarni, N.M., y Matelson, T. 1989. Bird use of epiphyte resources in neotropical trees. *Condor* 69: 891-907.
- Nadkarni, N.M. 2002. Potential effect of climate change on canopy communities in a tropical cloud forest: an experimental approach. *Oecologia* 131: 580-586.
- Nieder, J., y Barthlott, W. 1992. Noche in Amerika-Jubiläum: Anmerkungen zu 500 Jahren Kenntnis neotropischer Epiphyten in Europa. *Die Orchidee* 43: 241-243.

- Nieder, J., Engwald, S., Klawun, M., y Barthlott, W. 2000. Spatial distribution of vascular epiphytes in a lowland Amazonian rain forest in southern Venezuela. *Biotropica* 32: 385-396.
- Nieder, J., y Barthlott, W. (eds.). 2001. Epiphytes and Canopy Fauna of the Otonga Rain Forest (Ecuador). Results of the Bonn-Quito Epiphyte Project funded by the Volkswagen Foundation (Vol. 2 of 2).
- Nieder, J., Engwald, S., y Barthlott, W. 1999. Patterns of Neotropical epiphyte diversity. *Selbyana*, 20: 66–75.
- Perfecto, I., Rice, R.A., Greenberg, R., Van Der Voort, M.E. 1996. Shade coffee: A disappearing refuge for biodiversity. *Bioscience* 46: 598–608.
- Perry, D.R. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. *Biotropica* 10: 155-157.
- Phillips, O.L., Nunez Vargas, P., Lorenzo Monteagudo, A., Pena Cruz, A., Chuspe Zans, M-E., Galiano Sanchez, W., Yli-Halla, M., Rose, S. 2003. Habitat association among Amazonian tree species: a landscape-scale approach. *Journal of Ecology* 91: 757–775.
- Pimentel, D.D., Stashow, U., Takacs, D.A., Burbaker, H.W., Dumas, A.R., Meaney, J.J., O’Neil, J.A.S., Onsi, D.E., y Corzilius, D.B. 1992. Conserving biological diversity in agricultural/forestry systems. *Bio-Science* 42: 354-362.
- Pitman, N., Valencia, R., y León-Yáñez, S. 2000. Resultados. En: Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Valencia, R., Pitman, N., León-Yáñez, S., y Jørgensen, P. M. (eds.) Publicaciones del Herbario QCA., Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, p: 17-18.
- Porembski, S., y Barthlott, W. 2000. Biodiversity Research in Botany. *Progress in Botany* 61: 335-362.

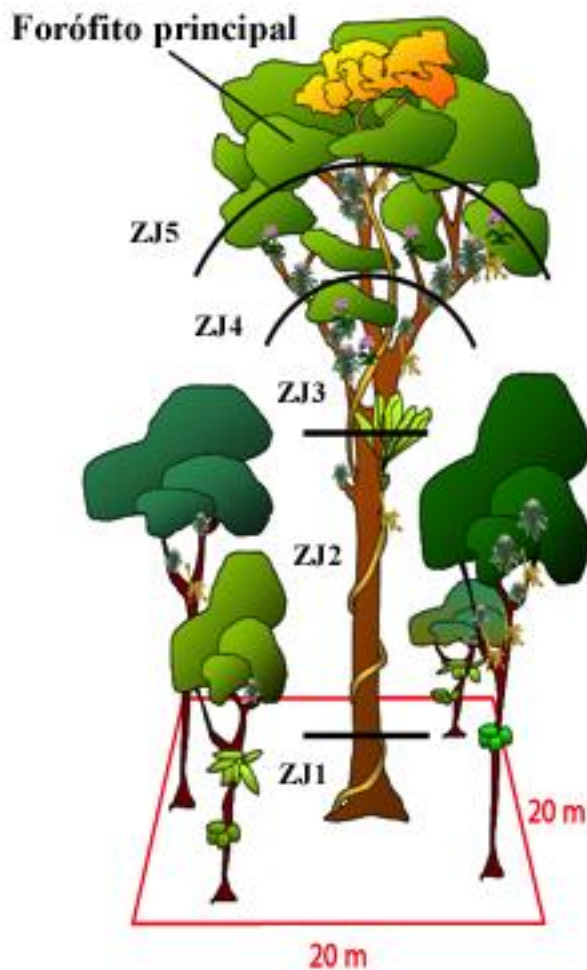
- Rahbek, C. 1995. The elevational gradients of species richness: The uniform pattern?.  
*Ecography* 18(2): 200-205.
- Remsen, V.T., y Parker III, T.A. 1984. Arboreal leaf searching birds of the neotropics.  
*Condor* 86: 36-41.
- Schroth, G., Da Fonseca, G., Harvey, C., Gascon, C., Vasconcelos, H., Izac, A., Angelsen, A., Finegant, B., Kaimowitz, D., Krauss, U., Laurance, S., Laurance, W., Nasi, R., Naughton-Treves, L., Niesten, E., Richardson, D., Somarriba, E., Tucker, N., Vicent, G., y Wilkie, D. 2004. Agroforestry. En: *Biodiversity Conservation in Tropical Landscapes – a Synthesis*. Island Press, Washington, DC. USA.
- Stuntz, S., Ziegler, C., Simon, U. y Zotz, G. 2002. Diversity and structure of the arthropod fauna within three canopy epiphyte species in central Panama. *Journal of Tropical Ecology* 18: 161-176.
- Szaro, R.C. y Johnston, D. 1996. *Biodiversity in Managed Landscapes*. Oxford Press, USA.
- Takyu, M., Aiba, S-I., Kitayama, K. 2002. Effects of topography on tropical lower montane forests under different geological conditions on Mount Kinabalu, Borneo. *Plant Ecology* 159: 35-49.
- Thomas, C.D., Cameron, A., Green, R.E., Bakkenes, M., Beaumont, L.J., Collingham, Y.C., Erasmus, B.F.N., de Siqueira, M.F., Grainger, A., Hannah, L., Hughes, L., Huntley, B., van Jaarsveld, A.S., Midgley, G.F., Miles, L., Ortega-Huerta, M.A., Peterson, A.T., Phillips, O.L., y Williams, S.E. 2004. Extinction risk from climate change. *Nature* 427: 145-148.
- Thuiller, W. 2007. Biodiversity - Climate change and the ecologist. *Nature* 448: 550-552.
- UNEP. 1995. *Global Biodiversity Assessment*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- Webb, E.L., Stanfield, B.J., Jensen, M.L. 1999. Effects of topography on rainforest tree

- community structure and diversity in American Samoa, and implications for frugivore and nectarivore populations. *Journal of Biogeography* 26: 887-897.
- Werner, F., Homeier, J., y Gradstein, S. 2005. Diversity of vascular epiphytes on isolated Remnant trees in the montane forest belt of Southern Ecuador. *Ecotropica* 11: 21–40.
- Werner, F. 2007. Effects of Human Disturbance on Epiphyte Assemblages in the Andes of Ecuador. Tesis doctoral. Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Georg-August-Universität zu Göttingen. Biodiversity and Ecology Series B Volume 2.
- Wilson, E.O. 1988. The current state of biodiversity. En: Biodiversity. Wilson, E.O. y Peters, F.M. (eds). National Academic Press Washington, pp. 3-18.
- Wilson, E.O. 1991. Rain forest canopy - the high frontier. *National Geographic Magazine* 12: 78-107.
- Zotz, G., y Vollrath, B. 2003. The epiphyte vegetation of the palm *Socratea exorrhiza* – correlations with tree size, tree age and bryophyte cover. *Journal of Tropical Ecology* 19: 81-90.

## **9 FIGURAS**

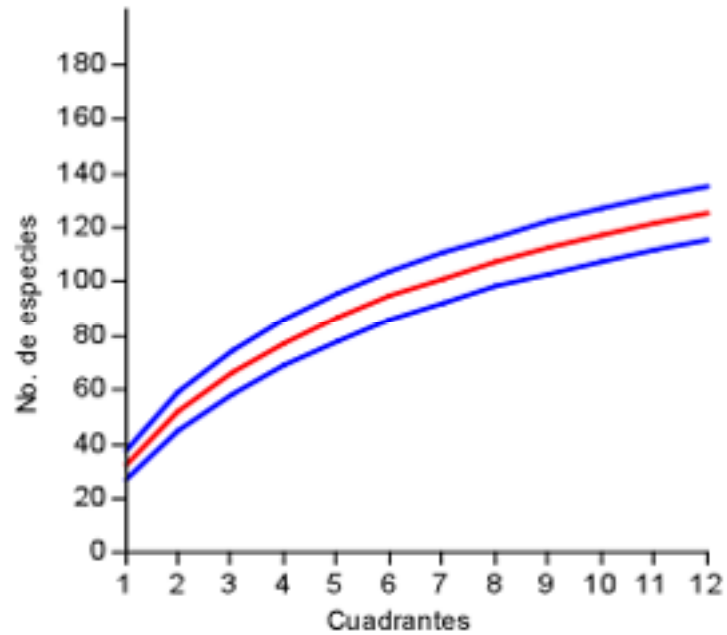


**Figura 1.** Mapa del Ecuador con los sitios de muestreo, parques nacionales y reservas ecológicas cercanas. Recuadro: Estación Biológica Yanayacu (punto rojo) dentro de Reserva Ecológica Antisana (línea roja), cerca de Parque Nacional Sumaco Napo Galeras (línea amarilla), Reserva Ecológica Cayambe-Coca (línea amarilla), Reserva Cerro Candelaria (punto azul), entre Parque Nacional Llanganates (líneas anaranjadas) y Parque Nacional Sangay (línea verde).

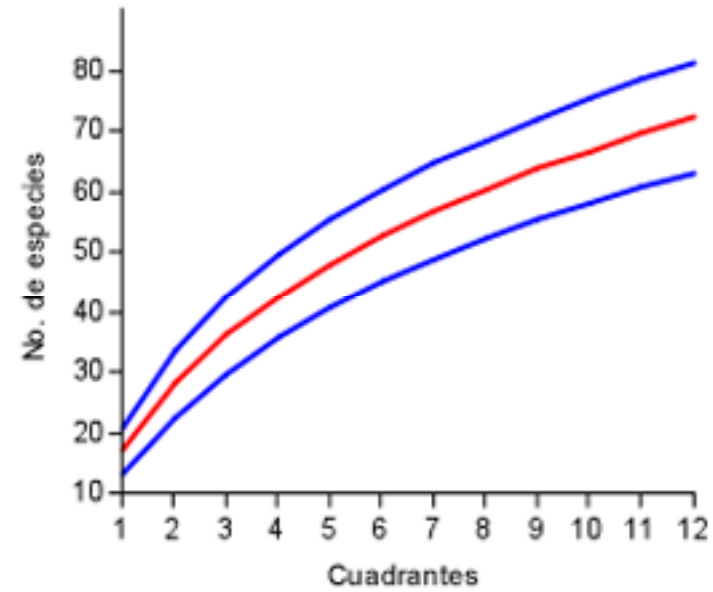


**Figura 2.** Modelo de los cuadrantes de estudio (tomado de Köster, 2008). Cada cuadrante de estudio consiste de un forofito representativo de dosel, el cual es completamente muestreado en base a la estratificación vertical según Johansson (1974; ZJ1 - ZJ5), el cual divide el forofito en cinco zonas. En un área de 20 x 20 m con el forofito en el centro del cuadrante se realizó un muestreo representativo, fueron examinadas las especies adicionales de epífitas que se puedan alcanzar desde el suelo hasta los 2 m de altura, de todos los árboles con  $DAP \geq 10$  cm.

a)

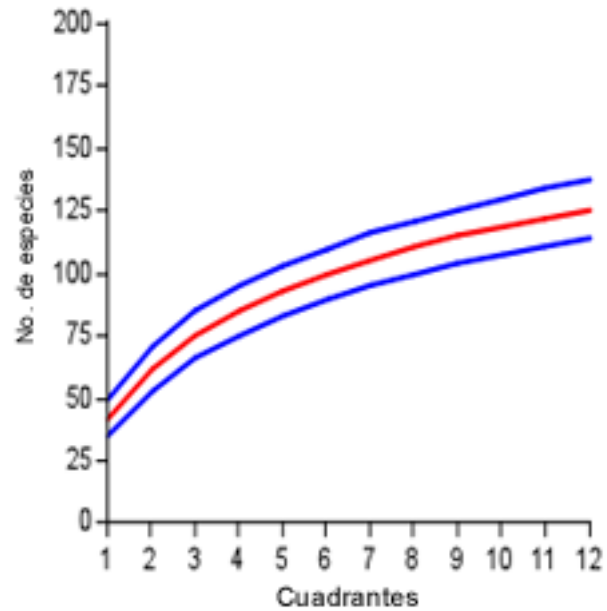


b)

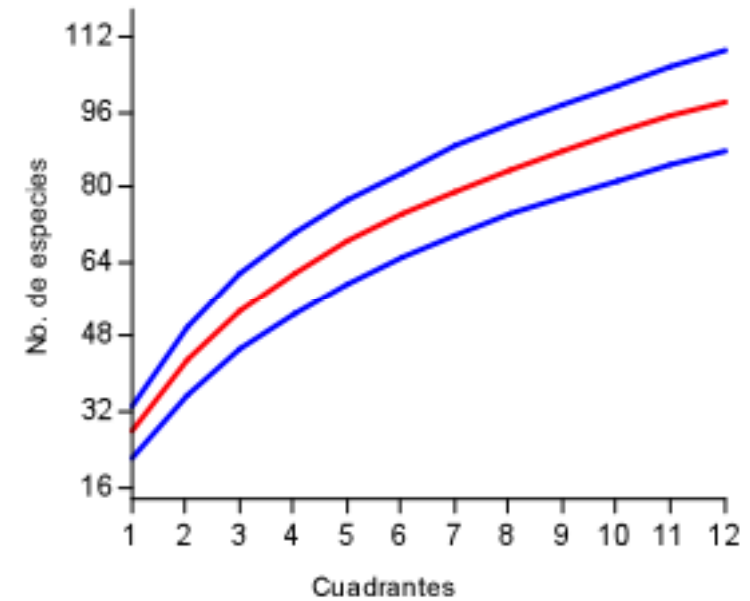


**Figura 3.** Curva de rarefacción (sample-based rarefaction) o Curva de Saturación. Realizada en base al número de especies epífitas vasculares por cuadrante con el 95% de intervalo de confianza en la Reserva Cerro Candelaria – Tungurahua; a) Bosque; b) Pastizal. Notese que al final de la curva llegan a una ligera estabilidad.

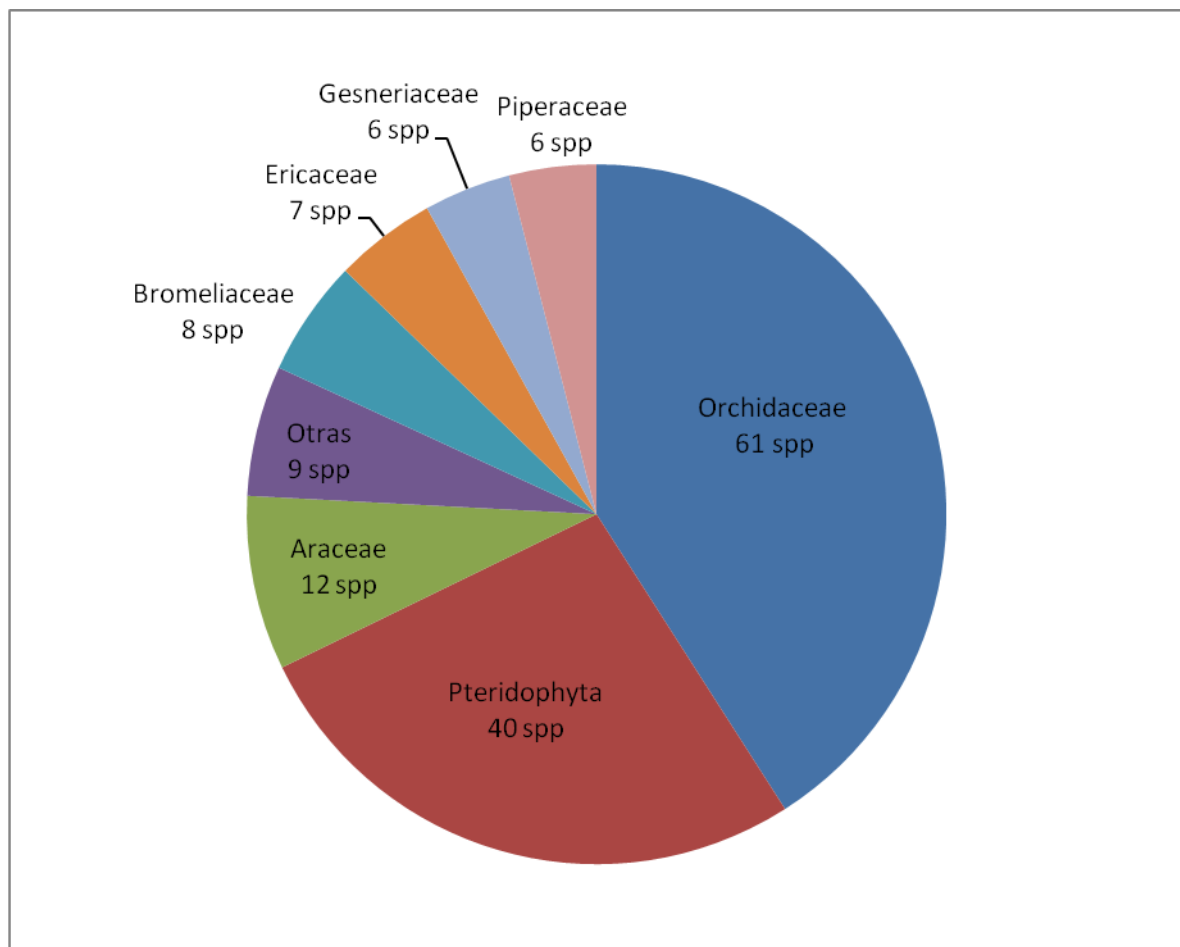
a)



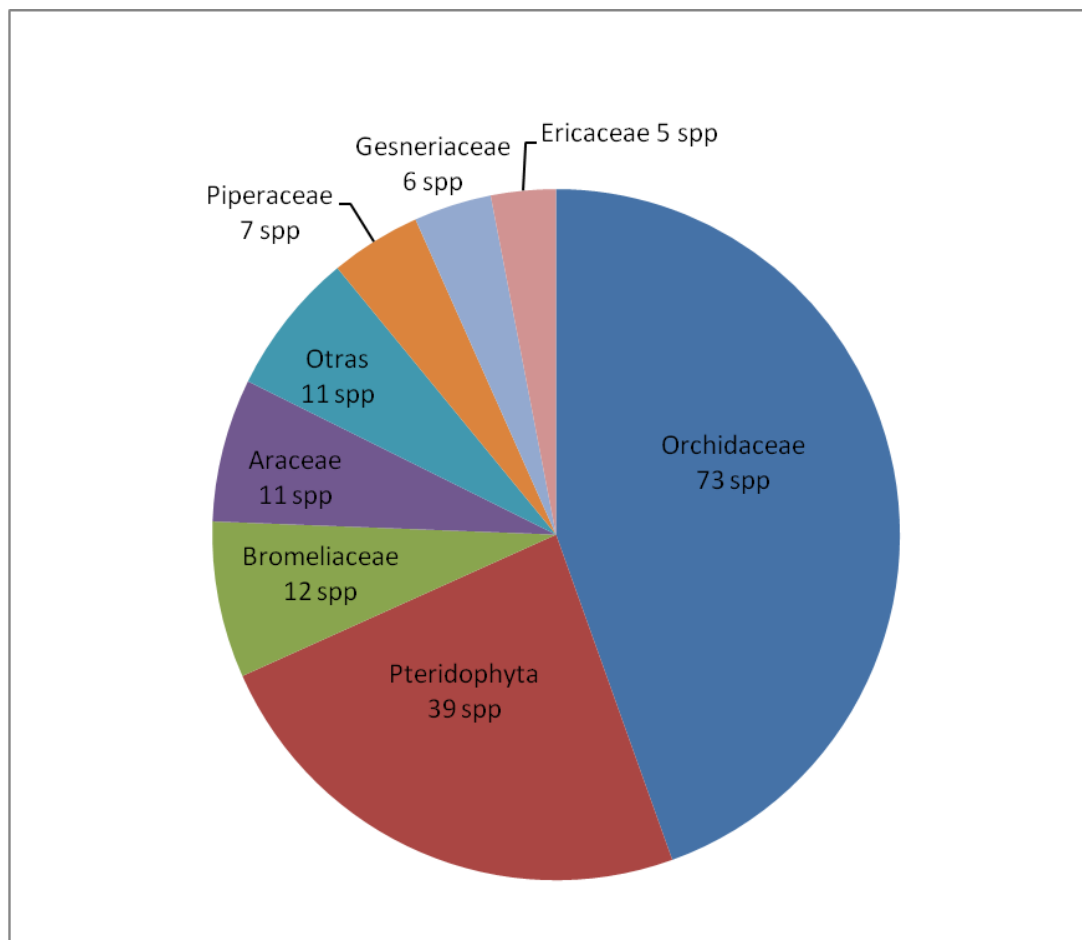
b)



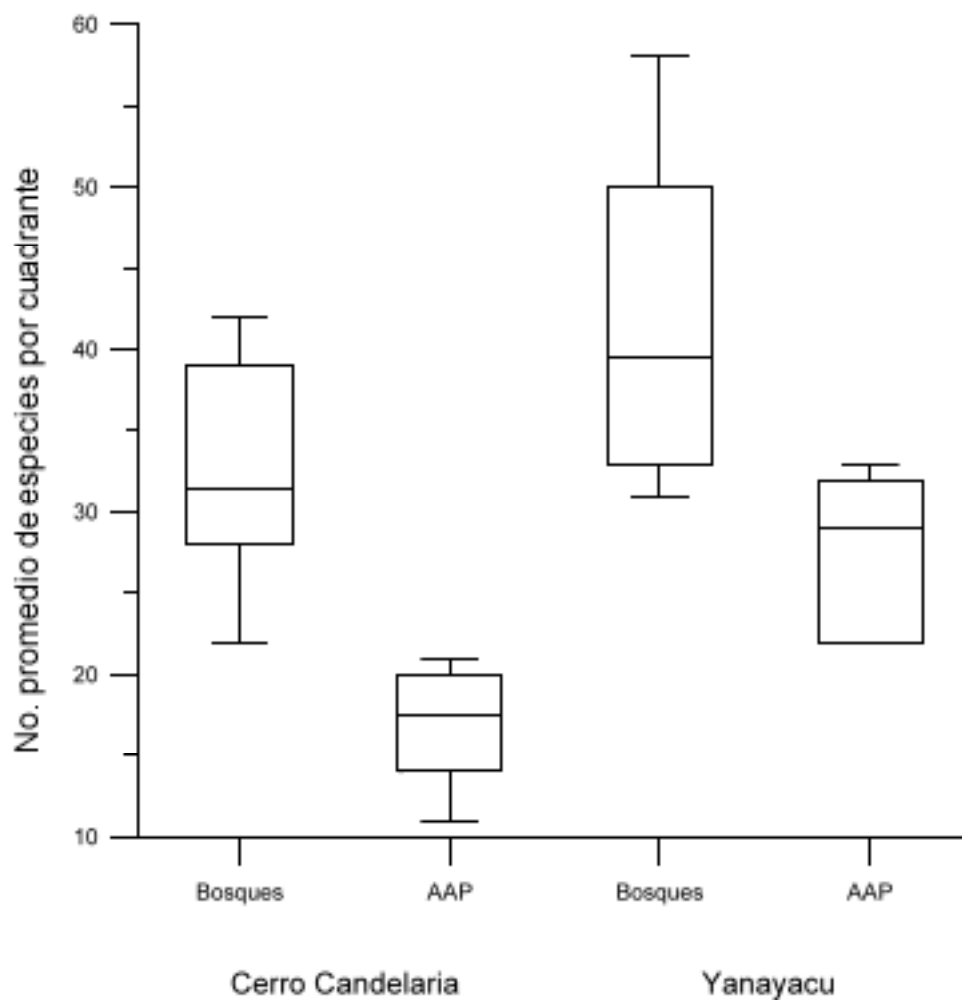
**Figura 4.** Curva de rarefacción (sample-based rarefaction) o Curva de Saturación. Realizada en base al número de especies epífitas vasculares por cuadrante con el 95% de intervalo de confianza en la Estación Biológica Yanayacu – Napo; a) Bosque; b) Pastizal. Notese que al final de la curva llega a una ligera estabilidad.



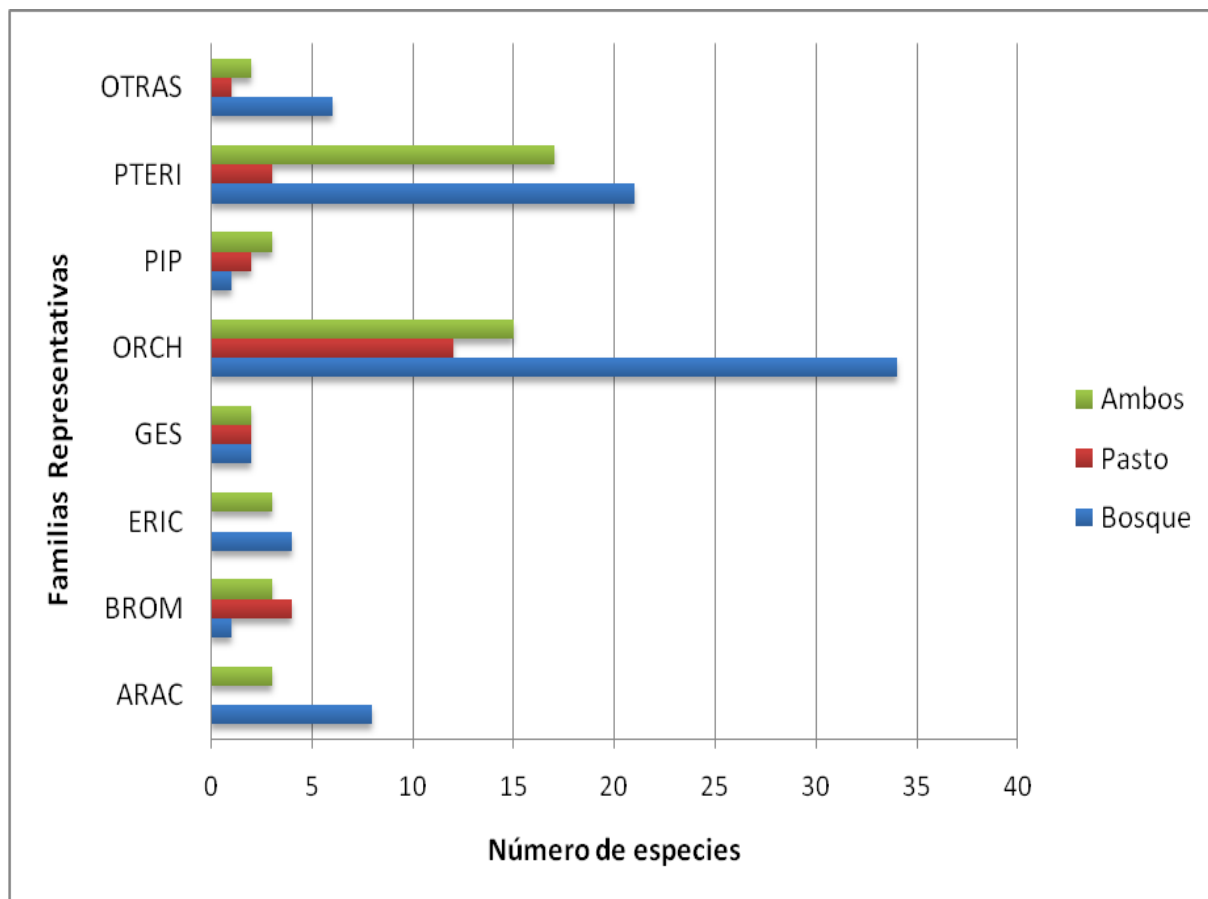
**Figura 5.** Riqueza de especies epífitas de las principales familias de angiospermas, las familias de helechos agrupadas en Pteridophyta; Reserva Cerro Candelaria – Tungurahua.



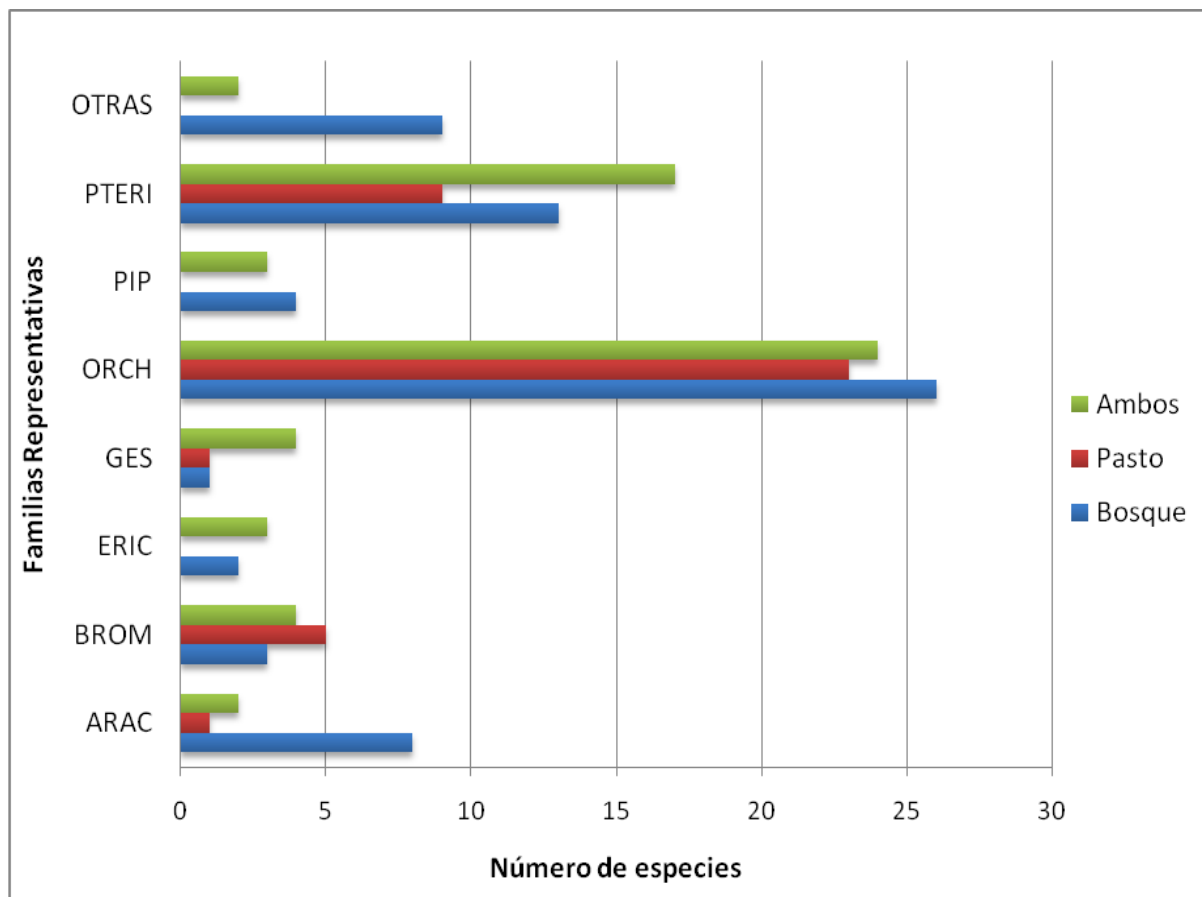
**Figura 6.** Riqueza de especies epífitas de las principales familias de angiospermas, las familias de helechos agrupadas en Pteridophyta; Estación Biológica Yanayacu – Napo.



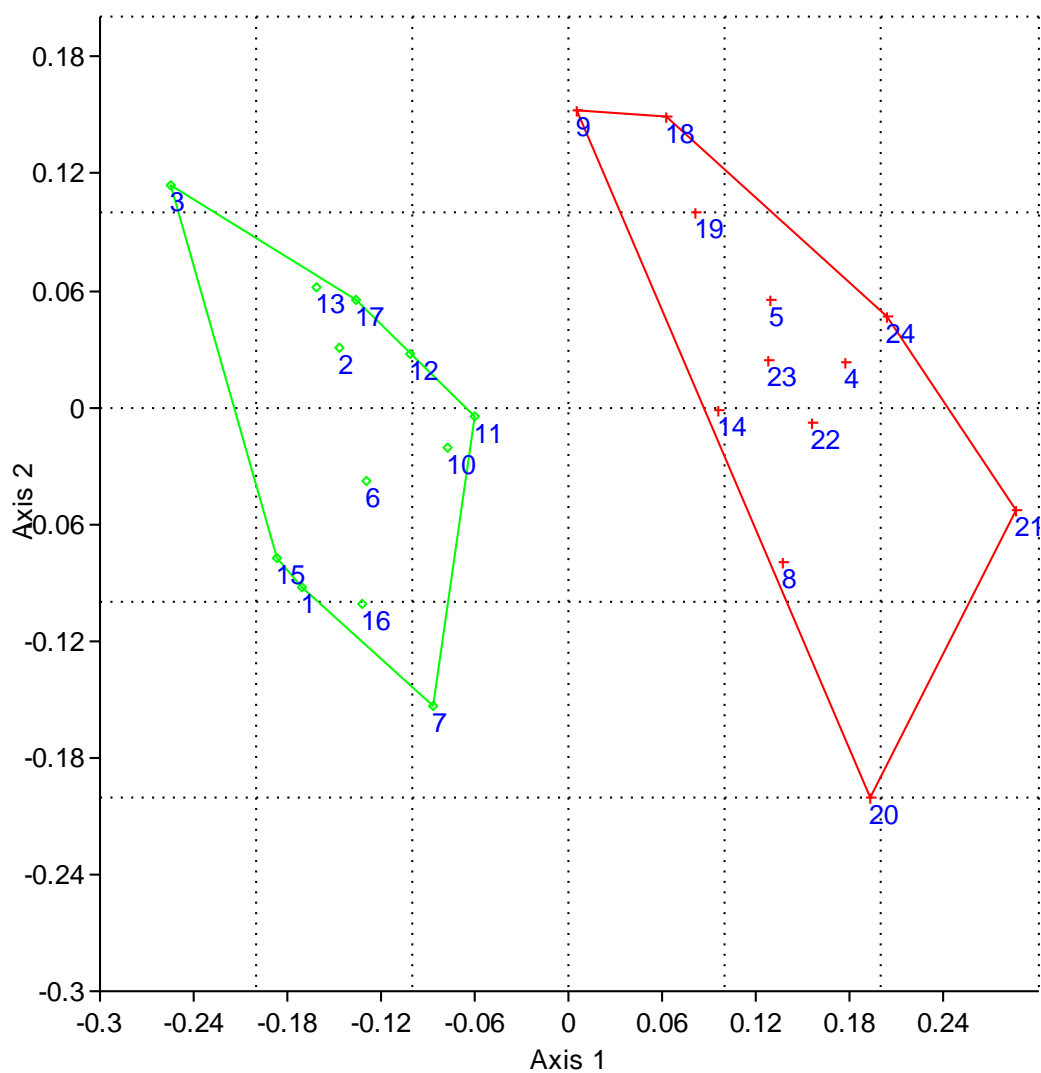
**Figura 7.** Box-Whisker plot del número promedio de especies epífitas de los cuadrantes en los dos tipos de hábitats en Cerro Candelaria y Yanayacu; AAP: árboles aislados en pastizales.



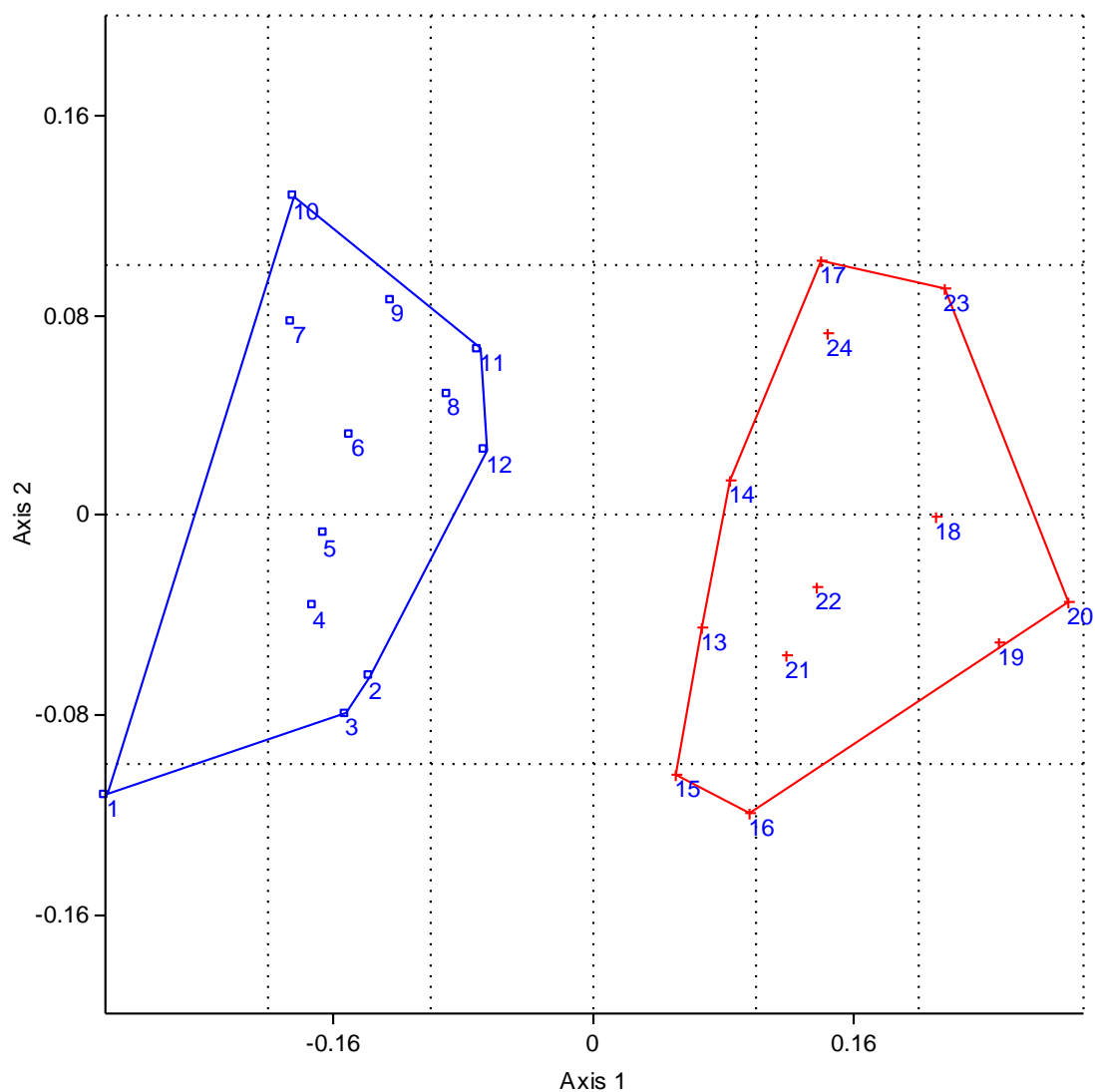
**Figura 8.** Diferencia en la riqueza de especies epífitas de las principales familias de angiospermas y familias de helechos agrupadas en Peridophyta entre Bosques Primarios, Pastizales y especies que comparten los dos hábitats; Reserva Cerro Candalaria – Tungurahua; Las familias de angiospermas y el grupo Pteridophyta están abreviados con las primeras letras de su nombre: Araceae (ARAC), Bromelicaceae (BROM), Ericaceae (ERIC), Gesneriaceae (GES), Orchidaceae (ORCH), Piperaceae (PIP), Pteridophyta (PTERI) y Otras familias (Otras).



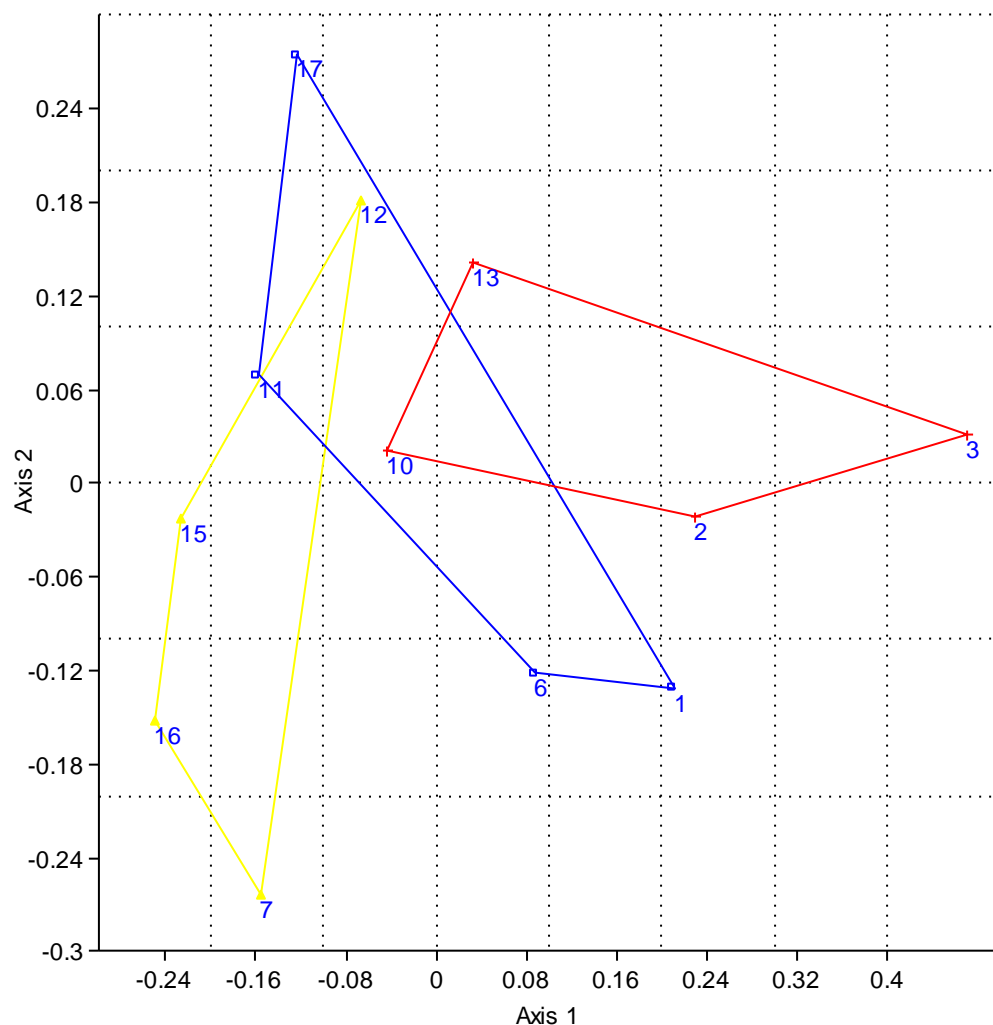
**Figura 9.** Diferencia en la riqueza de especies epífitas de las principales familias de angiospermas y familias de helechos agrupadas en Pteridohyta entre Bosques Primarios, Pastizales y especies que comparten los dos hábitats; Estación Biológica Yanayacu – Napo; Las familias de angiospermas y el grupo Pteridophyta están abreviados con las primeras letras de su nombre: Araceae (ARAC), Bromelicaceae (BROM), Ericaceae (ERIC), Gesneriaceae (GES), Orchidaceae (ORCH), Piperaceae (PIP), Pteridophyta (PTERI) y Otras familias (Otras)



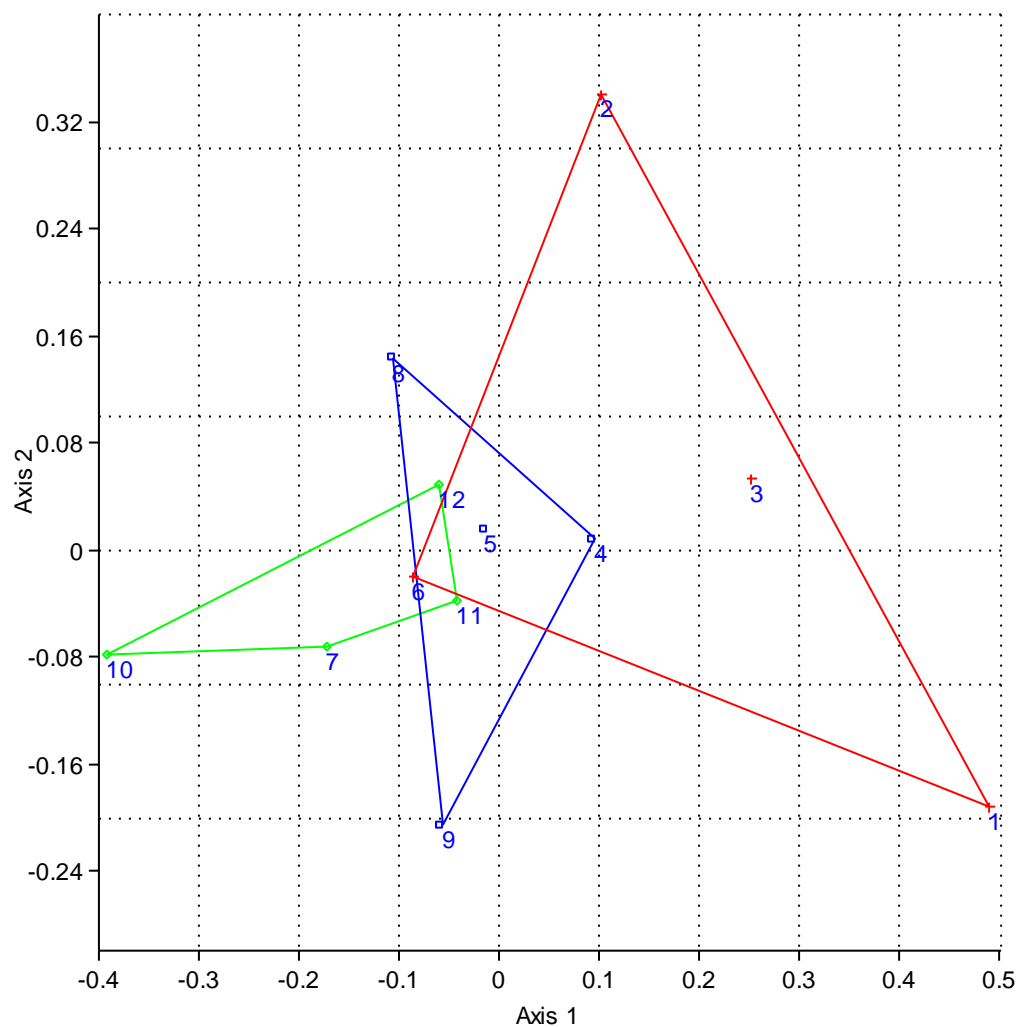
**Figura 10.** NMDS (escalamiento no métrico multidimensional) en base a dos tipos de hábitats en la Reserva Cerro Candelaria - Tungurahua, (Índice de similitud de Bray-Curtis; stress: 0.18; ANOSIM,  $r: 0.72$ ,  $p=0.0001$ ), cuadrantes realizados en bosque (verde), cuadrantes en pastizal (rojo). Existe una separación definida entre las comunidades epífitas de bosques y pastizales debido a la alteración antropogénica.



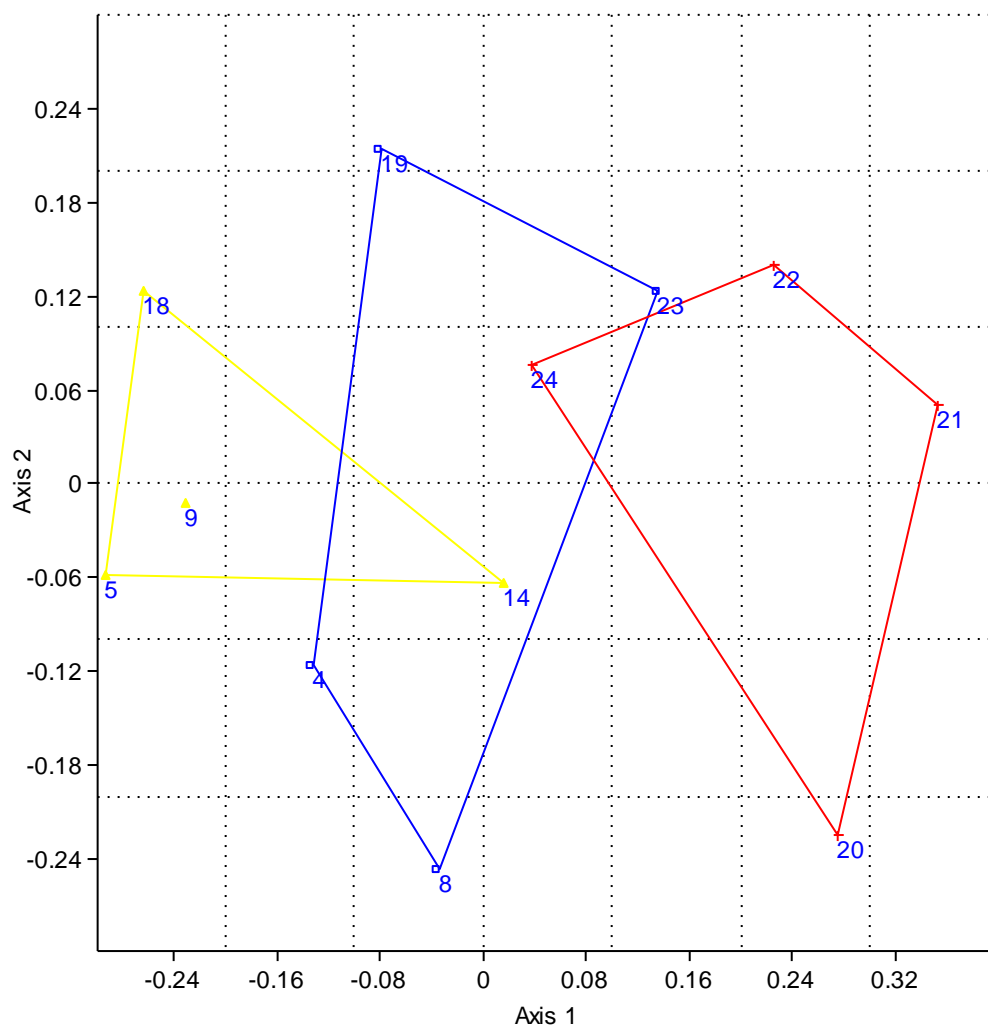
**Figura 11.** NMDS (escalamiento no métrico multidimensional) para dos tipos de hábitats de las epífitas vasculares en la Estación Biológica Yanayacu - Napo, (Índice de similitud de Bray-Curtis; stress: 0.11; ANOSIM,  $r: 0.92$ ,  $p= 0.0001$ ), cuadrantes realizados en bosque (azul), cuadrantes en pastizales (rojo). Existe una separación marcada entre las comunidades epífitas de bosques y pastizales debido a la transformación antropogénica.



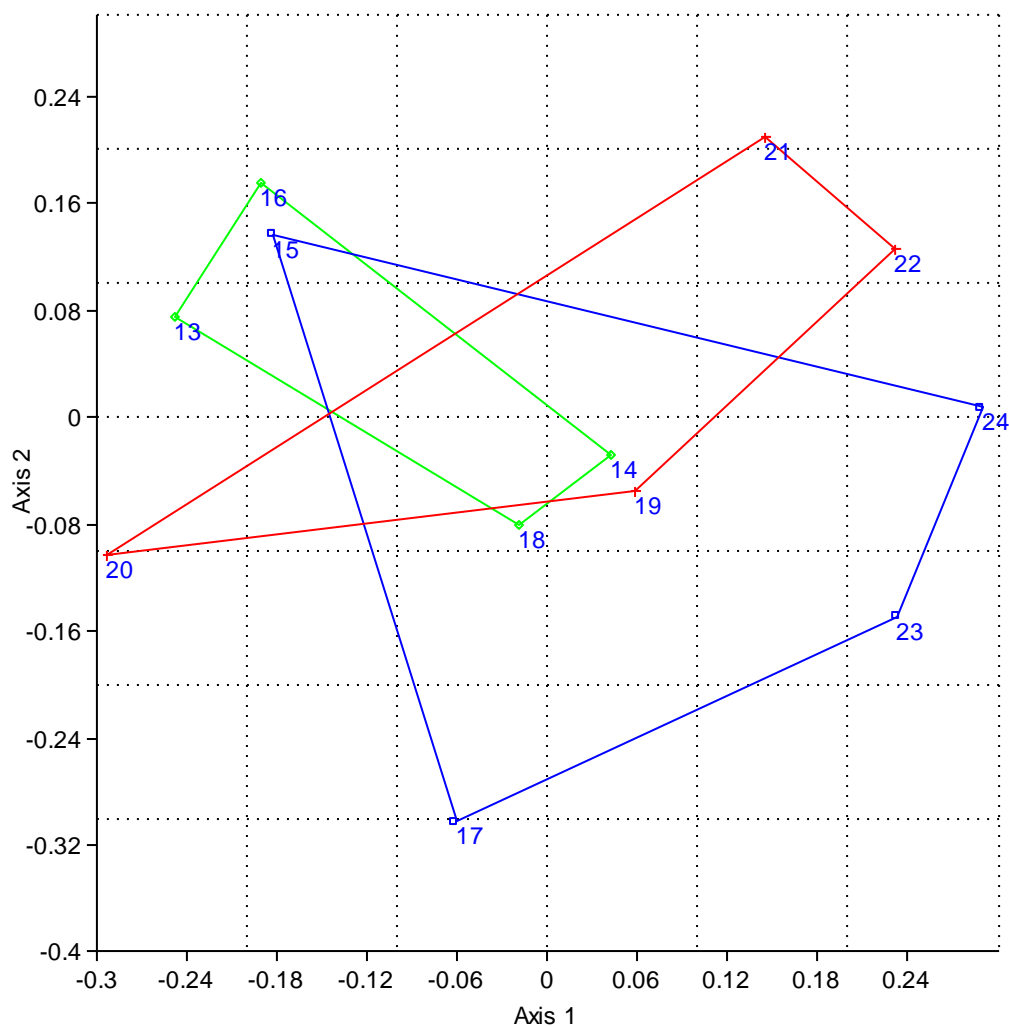
**Figura 12.** NMDS (escalamiento no métrico multidimensional) para la topografía en el hábitat bosque en la Reserva Cerro Candelaria - Tungurahua, (Índice de similitud de Bray-Curtis; stress: 0.15; ANOSIM,  $r$ : 0.001 y  $p = 0.47$ ), cuadrantes realizados en cima (amarillo), cuadrantes en pendiente (azul), cuadrantes en valle (rojo). No existe separación entre las comunidades epífitas en las diferentes ambientes topográficos.



**Figura 13.** NMDS (escalamiento no métrico multidimensional) para la topografía en el hábitat bosque en la Estación Biológica Yanayacu, Napo, (Índice de similitud de Bray-Curtis; stress: 0.11; ANOSIM,  $r$ : 0.14 y  $p = 0.08$ ), cuadrantes realizados en cima (verde), cuadrantes en pendiente (azul), cuadrantes en valle (rojo). No existe separación entre las comunidades epífitas en las diferentes topografías.



**Figura 14.** NMDS (escalamiento no métrico multidimensional) para la topografía en el hábitat pastizal en la Reserva Cerro Candelaria - Tungurahua, (Índice de similitud de Bray-Curtis; stress: 0.18; ANOSIM r: 0.30 y p=0.03), cuadrantes realizados en cima (amarillo), cuadrantes en pendiente (azul), cuadrantes en valle (rojo). No existe separación entre las comunidades epífitas en las diferentes topografías.



**Figura 15.** NMDS (escalamiento no métrico multidimensional) para la topografía en el hábitat pastizal en la Estación Biológica Yanayacu - Napo (Índice de similitud de Bray-Curtis; stress: 0.14; ANOSIM,  $r$ : 0.07  $p$ = 0.28), cuadrantes realizados en cima (verde), en pendiente (azul), en valle (rojo). Notese que no existe separación entre las comunidades de epífitas en las diferentes zonas topográficas.

## **10 TABLAS**

**Tabla 1.** SIMPER (Porcentaje de Similaridad) de epífitas vasculares entre los hábitats bosque primario y pastizal; Reserva Cerro Candelaria – Tungurahua; contribución a la diferenciación grupal: determina que taxa son las principales responsables de las diferencias observadas entre los grupos de muestras; Media 1 y 2: valor promedio de la presencia de las especies en los hábitats correspondientes, valores = 0 indican ausencia.

Taxon	Contribuc. diferencia grupal	% Acumulativo de las especies	Hábitat Bosque	Hábitat Pastizal
			Media 1 presenc.	Media 2 presenc.
Grammitidaceae <i>Terpsichore alsopteris</i>	1.9	2	1	0.1
Hymenophyllaceae <i>Hymenophyllum microcarpum</i>	1.7	4.7	1	0.2
Lomariopsidaceae <i>Elaphoglossum ciliatum</i>	1.5	7	0.8	0
Bromeliaceae <i>Guzmania</i> sp.3	1.5	9	0.8	0
Piperaceae <i>Peperomia petiolata</i>	1.4	10	0.9	0.3
Cyclanthaceae <i>Asplundia</i> sp.1	1.3	12	0.7	0
Aspleniaceae <i>Asplenium auritum</i>	1.2	14	0.7	0.3
Orchidaceae <i>Lycaste denningiana</i>	1.2	15	0.7	0.1
Urticaceae <i>Pilea</i> sp.2	1.2	17	0.6	0
Orchidaceae <i>Maxillaria polyphylla</i>	1.2	19	0.7	0.3
Orchidaceae <i>Epidendrum geminiflorum</i>	1.2	20	0	0.6
Polypodiaceae <i>Polypodium fraxinifolium</i>	1.1	22	0.9	0.4
Orchidaceae <i>Maxillaria acuminata</i>	1.1	23	0.4	0.8
Polypodiaceae <i>Pecluma</i> sp.2	1.0	25	0	0.5
Orchidaceae <i>Stelis</i> sp.8	1.0	26	0.5	0
Polypodiaceae <i>Campyloneurum amphostenon</i>	1.0	27	0.5	0.6
Nephrolepidaceae <i>Nephrolepis cordifolia</i>	1.0	29	0.5	0.6
Bromeliaceae <i>Tillandsia maculata</i>	1.0	30	0	0.5
Orchidaceae <i>Epidendrum lloense</i>	1.0	31	0.4	0.5
Polypodiaceae <i>Microgramma percussa</i>	1.0	33	0.1	0.5
Lomariopsidaceae <i>Elaphoglossum firmun</i>	1.0	34	0.5	0

**Tabla 2.** SIMPER (Porcentaje de Similaridad) de epífitas vasculares entre los hábitats bosque primario y pastizal; Estación Biológica Yanayacu – Napo; contribución a la diferenciación grupal: determina que taxa son las principales responsables de las diferencias observadas entre los grupos de muestras; Media 1 y 2: valor promedio de la presencia de las especies en los hábitats correspondientes, valores = 0 indican ausencia.

Taxon	Contribuc. a la diferencia grupal	% Acumulativo de las especies	Hábitat Bosque	Hábitat Pastizal
			Media 1 presenc.	Media 2 presenc.
Cyclanthaceae <i>Evodianthus funifer</i>	1.47	2	1	0
Vittariaceae <i>Vittaria remota</i>	1.47	4	1	0
Blechnaceae <i>Blechnum fragile</i>	1.35	6	0.9	0
Aspleniaceae <i>Asplenium rutaceum</i>	1.34	8	0.9	0
Bromeliaceae <i>Tillandsia biflora</i>	1.23	9.1	0	0.8
Araceae <i>Anthurium truncicola</i>	1.20	10.7	0.8	0
Hymenophyllaceae <i>Hymenophyllum microcarpum</i>	1.14	12.3	0.9	0.2
Grammitidaceae <i>Terpsichore lanigera</i>	1.13	14	0.8	0.1
Begoniaceae <i>Begonia sodiroi</i>	1.12	15	1	0.3
Polypodiaceae <i>Campyloneurum coarctatum</i>	1.06	17	0.9	0.3
Lomariopsidaceae <i>Elaphoglossum crassipes</i>	1.05	18	0.8	0.2
Aspleniaceae <i>Asplenium serra</i>	1.01	19	0.8	0.1
Bromeliaceae <i>Pitcairnia fusca</i>	0.97	21	0.7	0
Bromeliaceae <i>Guzmania densiflora</i>	0.96	22	0.8	0.2
Aspleniaceae <i>Asplenium cuspidatum</i>	0.95	23	0.7	0
Araceae <i>Anthurium corrugatum</i>	0.95	25	0.7	0
Gesneriaceae <i>Alloplectus martinianus</i>	0.94	26	0.1	0.7
Orchidaceae <i>Pleurothallis canaligera</i>	0.94	27	0.3	0.7
Gesneriaceae <i>Alloplectus purpureus</i>	0.93	28	0.6	0.1
Polypodiaceae <i>Polypodium adnatum</i>	0.92	30	0.8	0.2
Araceae <i>Philodendron</i> sp.1	0.92	31	0.7	0.1
Orchidaceae <i>Cryptocentrum pergracile</i>	0.87	32	0	0.6

## **11 ANEXOS**

**Anexo 1.** Lista de forófitos en Reserva Cerro Candelaria-Tungurahua. Especies de árboles para cada cuadrante de estudio, tipo de hábitat, familia, especie, DAP (diámetro a la altura del pecho) y altura del forófito principal. Spp. cuadrante: número de especies epífitas encontradas en el cuadrante; Spp. árbol: número de especies epífitas encontradas sólo en el forófito principal para cada cuadrante de estudio.

Número	Tipo de Hábitat	Familia	Género, especie	DAP (cm)	Altura (m)	spp. cuadrante	spp. árbol	Topografía
1	Bosque	MYRTACEAE	<i>Campomanesia</i> sp.1	110	25	35	26	pendiente
2	Bosque	SOLANACEAE	<i>Solanum</i> sp.1	110	30	33	33	valle
3	Bosque	CUNONIACEAE	<i>Weinmannia</i> sp.1	75	15	25	14	valle
4	Pasto	MELASTOMATACEAE	<i>Miconia</i> sp.1	95	9	18	14	pendiente
5	Pasto	FABACEAE	<i>Erythrina</i> sp.1	120	5	18	15	cima
6	Bosque	ROSACEAE	<i>Prunus</i> sp.1	330	29	46	40	pendiente
7	Bosque	EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima</i> sp.1	230	24	36	28	cima
8	Pasto	CUNONIACEAE	<i>Weinmannia</i> sp.2	140	12	20	18	pendiente
9	Pasto	RUBIACEAE	<i>Guettarda</i> sp.1	170	9	22	18	cima
10	Bosque	MORACEAE	<i>Sorocea</i> sp.1	130	20	43	30	valle
11	Bosque	EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima</i> sp.2	110	14	34	28	pendiente

## Anexo 1. Continuación

12	Bosque	sp.1		253	23	35	23	cima
13	Bosque	LAURACEAE	sp.1	145	2	27	22	valle
14	Pasto	ARALIACEAE	<i>Schefflera</i> sp.1	178	12	20	12	pendiente
15	Bosque	EUPHORBIACEA	<i>Hyeronima</i> sp.3	185	13	44	34	cima
16	Bosque	sp. 2		200	21	39	25	cima
17	Bosque	AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex</i> sp.1	140	15	29	22	pendiente
18	Pasto	AQUIFOLIACEAE	<i>Ilex</i> sp.1	124	8	21	10	cima
19	Pasto	MORACEAE	<i>Ficus americana</i>	290	18	19	17	pendiente
20	Pasto	CECROPIACEAE	<i>Pourouma</i> sp.1	130	7	12	9	valle
21	Pasto	CECROPIACEAE	<i>Pourouma</i> sp.1	125	8	12	12	valle
22	Pasto	HYPERICACEAE	<i>Vismia</i> sp.1	80	8	15	10	valle
23	Pasto	ASTERACEAE	<i>Pollalesta discolor</i>	100	12	19	10	pendiente
24	Pasto	ASTERACEAE	<i>Pollalesta discolor</i>	180	14	19	15	valle

**Anexo 2.** Lista de forófitos en Estación Biológica Yanayacu-Napo. Especies de árboles para cada cuadrante de estudio, tipo de hábitat, familia, especie, DAP (diámetro a la altura del pecho) y altura del forófito principal. Spp. cuadrante: número de especies epífitas encontradas en el cuadrante; Spp. árbol: número de especies epífitas encontradas sólo en el forófito principal para cada cuadrante de estudio.

Número	Tipo de Hábitat	Familia	Género, especie	DAP (cm)	Altura (m)	spp. cuadrante	spp. árbol	Topografía
1	Bosque	EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima</i> sp.4	240	21	34	18	valle
2	Bosque	EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima</i> sp.4	230	25	34	28	valle
3	Bosque	HYPERICACEAE	<i>Vismia baccifera</i>	200	23	40	32	valle
4	Bosque	BRUNELIACEAE	<i>Brunelia</i> sp.1	150	25	4	28	pendiente
5	Bosque	LAURACEAE	<i>Nectandra reticulata</i>	190	26	55	30	pendiente
6	Bosque	LAURACEAE	<i>Nectandra</i> sp.1	147	23	42	29	valle
7	Bosque	ROSACEAE	<i>Prunus</i> sp.1	140	16	48	28	cima
8	Bosque	LAURACEAE	<i>Nectandra reticulata</i>	180	22	38	27	pendiente
9	Bosque	EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima</i> sp.4	320	18	43	35	cima
10	Bosque	sp.2		190	18	33	26	cima
11	Bosque	MYRTACEAE	<i>Myrcia</i> sp.1	100	25	60	43	cima

**Anexo 2. Continuación**

12	Bosque	VERBENACEAE	<i>Cytharexylum</i> sp.1	220	25	53	38	pendiente
13	Pasto	STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	230	15	25	24	cima
14	Pasto	STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	400	15	29	24	cima
15	Pasto	STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	300	16	32	25	pendiente
16	Pasto	STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	550	13	34	31	cima
17	Pasto	EUPHORBIACEAE	<i>Hyeronima</i> sp.4	160	14	28	22	pendiente
18	Pasto	HYPERICACEAE	<i>Vismia baccifera</i>	130	13	29	26	cima
19	Pasto	STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	250	15	22	22	valle
20	Pasto	STAPHYLEACEAE	<i>Turpinia occidentalis</i>	130	10	22	22	valle
21	Pasto	CLUSIACEAE	<i>Clusiella</i> sp.1	160	12	30	27	valle
22	Pasto	EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea grandis</i>	110	13	26	14	valle
23	Pasto	EUPHORBIACEAE	<i>Alchornea</i> sp.1	120	10	22	19	pendiente

**Anexo 2.** Continuación

---

---

24	Pasto	sp.3	100	11	30	19	pendiente
----	-------	------	-----	----	----	----	-----------

---

---

**Anexo 3.** Lista de especies de epífitas vasculares encontradas en la Reserva Cerro Candelaria – Tungurahua. Las especies están ordenadas alfabéticamente por familia. Tipo de hábitat: *B*: bosque, *P*: pastizal.

<b>Familia</b>	<b>Género, especie</b>	<b>Hábitat</b>
Araceae	<i>Anthurium fasciale</i> Sodiro	B
Araceae	<i>Anthurium pulchrum</i> Engl.	B
Araceae	<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	B, P
Araceae	<i>Anthurium</i> sp.2	B
Araceae	<i>Anthurium</i> sp.3	B
Araceae	<i>Anthurium triphyllum</i> (Willd. ex Schult.) Brongn. ex Schott	B
Araceae	<i>Anthurium versicolor</i> Sodiro	B
Araceae	<i>Dieffenbachia</i> sp.1	B
Araceae	<i>Philodendron cuneatum</i> Engl.	B
Araceae	<i>Philodendron</i> sp.4	B
Araceae	<i>Philodendron</i> sp.5	B
Araceae	<i>Stenospermatium</i> sp.1	B
Araliaceae	<i>Schefflera</i> sp.1	B, P
Aspleniaceae	<i>Asplenium auritum</i> Sw.	B, P
Aspleniaceae	<i>Asplenium cuspidatum</i> var. <i>cuspidatum</i>	B, P
Aspleniaceae	<i>Asplenium hastatum</i> Klotzsch ex Kunze	B, P
Aspleniaceae	<i>Asplenium rutaceum</i> (Willd.) Mett.	B
Aspleniaceae	<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	B
Aspleniaceae	<i>Asplenium theciferum</i> (Kunth) Mett.	P
Begoniaceae	<i>Begonia pululahuana</i> C. DC.	B
Blechnaceae	<i>Blechnum</i> sp.1	B
Bromeliaceae	<i>Guzmania altsonii</i> L.B. Sm.	P

## Anexo 3. Continuación

Bromeliaceae	<i>Guzmania</i> sp.3	B
Bromeliaceae	<i>Guzmania virescens</i> (Hook.) Mez	B, P
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia pungens</i> Kunth	P
Bromeliaceae	<i>Racinaea parviflora</i> (Ruiz & Pav.) M.A. Spencer & L.B. Sm.	B, P
Bromeliaceae	<i>Tillandsia biflora</i> Ruiz & Pav.	B, P
Bromeliaceae	<i>Tillandsia complanata</i> Benth.	P
Bromeliaceae	<i>Tillandsia maculata</i> Ruiz & Pav.	P
Clusiaceae	<i>Clusia</i> sp.1	B, P
Cyclanthaceae	<i>Asplundia</i> sp.1	B
Equisetaceae	<i>Equisetum</i> sp.1	P
Ericaceae	<i>Cavendishia tarapotana</i> var. <i>tarapotana</i>	B
Ericaceae	<i>Cavendishia venosa</i> A.C. Sm.	B, P
Ericaceae	<i>Ceratostema calycinum</i> (Benth. & Hook. f. ex A.C. Sm.) Sleumer	B, P
Ericaceae	<i>Ceratostema tarapotana</i> var. <i>tarapotana</i>	P
Ericaceae	<i>Diogenesia floribunda</i> (A.C. Sm.) Sleumer	B
Ericaceae	<i>Sphyrospermum cordifolium</i> Benth.	B, P
Ericaceae	<i>Sphyrospermum</i> sp.1	B
Gesneriaceae	<i>Alloplectus weirii</i> (Kuntze) Wiehler	P
Gesneriaceae	<i>Columnea angustata</i> (Wiehler) L.E. Skog	B, P
Gesneriaceae	<i>Columnea byrsina</i> (Wiehler) L.P. Kvist & L.E. Skog	P
Gesneriaceae	<i>Dalbergia</i> sp.1	B, P

## Anexo 3. Continuación

Gesneriaceae	<i>Diastema</i> sp.1	B
Gesneriaceae	<i>Kohleria tigridia</i> (Ohlend.) Roalson & Boggan	B
Grammitidaceae	<i>Melpomene pseudonutans</i> (Christ & Rosenst.) A.R. Sm. & R.C. Moran	B
Grammitidaceae	<i>Terpsichore alsopteris</i> (C.V. Morton) A.R. Sm.	B, P
Grammitidaceae	<i>Terpsichore lanigera</i> (Desv.) A.R. Sm.	B
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum lobatoalatum</i> Klotzsch	B
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum microcarpum</i> Desv.	B, P
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes collariatum</i> Bosch	B
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes diaphanum</i> Kunth	B
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum blandum</i> Rosenst.	B, P
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum ciliatum</i> (C. Presl) T. Moore	B
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum erinaceum</i> (Fée) T. Moore	B, P
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum firmun</i> (Mett. ex Kuhn) Underw.	B
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum heliconiifolium</i> (Sodirol) H. Christ	B
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum molle</i> (Sodirol) H. Christ	B
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum papillosum</i> (Baker) H. Christ	B
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum tripartitum</i> Mickel	B, P
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum trivittatum</i> (Sodirol) H. Christ	P
Lycopodiaceae	<i>Huperzia curvifolia</i> (Kunze) Holub	B, P
Lycopodiaceae	<i>Huperzia linifolia</i> (L.) Trevis.	B, P
Lycopodiaceae	<i>Huperzia wilsonii</i> (Underw. & F.E. Lloyd) B. Øllg.	B, P
Melastomataceae	<i>Blakea</i> sp.1	B
Melastomataceae	<i>Blakea</i> sp.2	B
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis cordifolia</i> (L.) C. Presl	B, P

## Anexo 3. Continuación

Orchidaceae	<i>Ada elegantula</i> (Rchb. f.) N.H. Williams	B
Orchidaceae	<i>Anguloa virginalis</i> Linden ex B.S. Williams	B
Orchidaceae	<i>Cochlioda</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Cryptocentrum inaequisepalum</i> C. Schweinf.	B, P
Orchidaceae	<i>Dichaea morrisi</i> Fawc. & Rendle	B, P
Orchidaceae	<i>Dichaea sodiroi</i> Schltr.	B, P
Orchidaceae	<i>Dichaea</i> sp.2	B
Orchidaceae	<i>Elleanthus aureus</i> (Poepp. & Endl.) Rchb. f.	B, P
Orchidaceae	<i>Elleanthus conifer</i> (Rchb. f. & Warsz.) Rchb. f.	B
Orchidaceae	<i>Elleanthus fractiflexus</i> Schltr.	P
Orchidaceae	<i>Elleanthus lancifolius</i> C. Presl	B
Orchidaceae	<i>Elleanthus myrosmatis</i> (Rchb. f.) Rchb. f.	B, P
Orchidaceae	<i>Elleanthus sodiroi</i> Schltr.	B, P
Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> sp.2	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum alpicoloscandens</i> Hágsater & Dodson	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum bianthogastrium</i> Hágsater & Dodson	B, P
Orchidaceae	<i>Epidendrum geminiflorum</i> Kunth	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum imitans</i> Schltr.	B, P
Orchidaceae	<i>Epidendrum jasminosmum</i> Hágsater & Dodson	B
Orchidaceae	<i>Epidendrum lloense</i> (Lindl.) Hágsater & Dodson	B, P
Orchidaceae	<i>Epidendrum nanosimplex</i> Hágsater & Dodson	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> sp.3	B
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> sp.4	B
Orchidaceae	<i>Lepanthes acarina</i> Luer	B, P

## Anexo 3. Continuación

Orchidaceae	<i>Lepanthes calodictyon</i> Hook.	B
Orchidaceae	<i>Lepanthes pubes</i> Luer & R. Escobar	B
Orchidaceae	<i>Lockhartia chocoensis</i> Kraenzl.	B
Orchidaceae	<i>Lycaste denningiana</i> Rchb. f.	B, P
Orchidaceae	<i>Maxillaria acuminata</i> Lindl.	B, P
Orchidaceae	<i>Maxillaria ampliflora</i> C. Schweinf.	B
Orchidaceae	<i>Maxillaria aurea</i> (Poepp. & Endl.) L.O. Williams	B
Orchidaceae	<i>Maxillaria guadalupensis</i> Cogn.	P
Orchidaceae	<i>Maxillaria polyphylla</i> Rchb. f.	B, P
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> sp.2	B
Orchidaceae	<i>Myoxanthus exasperates</i> (Lindl.) Luer	B
Orchidaceae	<i>Myoxanthus</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Oncidium</i> sp.3	P
Orchidaceae	<i>Oncidium</i> sp.4	P
Orchidaceae	<i>Oncidium</i> sp.5	P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis anceps</i> Luer	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis dodsonii</i> Luer	B, P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis dunstervillei</i> Foldats	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis fonsflorum</i> Lindl.	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis millei</i> Schltr.	B, P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.14	B
Orchidaceae	<i>Ponthieva</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Ponthieva</i> sp.2	B
Orchidaceae	<i>Prosthechea vespa</i> (Vell.) W.E. Higgins	B

## Anexo 3. Continuación

Orchidaceae	<i>Restrepia</i> sp.1	P
Orchidaceae	<i>Sobralia crocea</i> (Poepp. & Endl.) Rchb. f.	P
Orchidaceae	<i>Sobralia</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Sphyrastylis ecuadorensis</i> Garay	B
Orchidaceae	<i>Stelis flexuosa</i> (Poepp. & Endl.) Pridgeon & M.W. Chase	P
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.6	B
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.7	B
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.8	B
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.9	P
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.10	B
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.11	B
Piperaceae	<i>Peperomia acuminata</i> DC.	P
Piperaceae	<i>Peperomia petiolata</i> Hook. f.	B, P
Piperaceae	<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth	B, P
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.2	B
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.3	B, P
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.4	P
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum amphotenon</i> (Kunze ex Klotzsch) Fée	B, P
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum sphenodes</i> (Kunze ex Klotzsch) Fée	B
Polypodiaceae	<i>Microgramma percussa</i> (Cav.) de la Sota	B, P
Polypodiaceae	<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	B, P
Polypodiaceae	<i>Pecluma consimilis</i> (Mett.) M.G. Price	B
Polypodiaceae	<i>Pecluma eurybasis</i> (C. Chr.) M.G. Price	B
Polypodiaceae	<i>Pecluma</i> sp.1	B
Polypodiaceae	<i>Pecluma</i> sp.2	P

**Anexo 3.** Continuación

Polypodiaceae	<i>Pleopeltis fraseri</i> (Mett. ex Kuhn) A.R. Sm.	B, P
Polypodiaceae	<i>Polypodium fraxinifolium</i> Jacq.	B, P
Rubiaceae	<i>Manettia</i> sp.1	B
Urticaceae	<i>Pilea</i> sp.2	B
Vittariaceae	<i>Antrophyum lineatum</i> (Sw.) Kaulf.	B
Vittariaceae	<i>Vittaria lineata</i> (L.) Sw.	B
Vittariaceae	<i>Vittaria remota</i> Fée	B



**Anexo 4.** Lista de especies de epífitas vasculares de la Estación Biológica Yanayacu – Napo.

La lista de especies esta ordenada por familia en orden alfabético. Los géneros y las especies dentro de familia están en orden alfabético. Tipo de Hábitat: *B*: bosque; *P*: pastizal.

<b>Familia</b>	<b>Género y especie</b>	<b>Hábitat</b>
Araceae	<i>Anthurium corrugatum</i> Sodiro	B
Araceae	<i>Anthurium flavoviride</i> Engl.	B
Araceae	<i>Anthurium microspadix</i> Schott	B
Araceae	<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	B, P
Araceae	<i>Anthurium</i> sp.1	B
Araceae	<i>Anthurium truncicola</i> Engl.	B
Araceae	<i>Chlorospatha dodsonii</i> (G.S. Bunting) Madison	B
Araceae	<i>Monstera</i> sp.1	B
Araceae	<i>Philodendron</i> sp.1	B, P
Araceae	<i>Philodendron</i> sp.2	B
Araceae	<i>Philodendron</i> sp.3	P
Aspleniaceae	<i>Asplenium auritum</i> Sw.	B, P
Aspleniaceae	<i>Asplenium cuspidatum</i> Lam.	B
Aspleniaceae	<i>Asplenium pteropus</i> Kaulf.	B
Aspleniaceae	<i>Asplenium rutaceum</i> (Willd.) Mett.	B
Aspleniaceae	<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	B, P
Begoniaceae	<i>Begonia sodiroi</i> C. DC.	B, P
Blechnaceae	<i>Blechnum fragile</i> (Liebm.) C.V. Morton & Lellinger	B
Bromeliaceae	<i>Guzmania coriostachya</i> (Griseb.) Mez	B, P
Bromeliaceae	<i>Guzmania densiflora</i> Mez	B, P
Bromeliaceae	<i>Guzmania</i> sp.1	B

## Anexo 4. Continuación

Bromeliaceae	<i>Guzmania</i> sp.2	B
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia fusca</i> H. Luther	B
Bromeliaceae	<i>Racinaea riocreuxii</i> (André) M.A. Spencer & L.B. Sm.	P
Bromeliaceae	<i>Racinaea schumanniana</i> (Wittm.) J.R. Grant	P
Bromeliaceae	<i>Tillandsia biflora</i> Ruiz & Pav.	P
Bromeliaceae	<i>Tillandsia complanata</i> Benth.	B, P
Bromeliaceae	<i>Tillandsia hirtzii</i> Rauh	B, P
Bromeliaceae	<i>Tillandsia maculata</i> Ruiz & Pav.	P
Bromeliaceae	<i>Vriesea cylindrica</i> L.B. Sm.	P
Campanulaceae	<i>Burmeistera oyacachensis</i> Jeppesen	B
Campanulaceae	<i>Burmeistera sodiroana</i> Zahlbr.	B
Campanulaceae	<i>Burmeistera succulenta</i> H. Karst. & Triana	B
Clusiaceae	<i>Chrysochlamys</i> sp.1	B, P
Cyclanthaceae	<i>Evodianthus funifer</i> (Poit.) Lindm.	B
Ericaceae	<i>Cavendishia venosa</i> A.C. Sm.	B
Ericaceae	<i>Ceratostema amplexicaule</i> A.C. Sm.	B, P
Ericaceae	<i>Psammisia idalima</i> A.C. Sm.	B, P
Ericaceae	<i>Sphyrospermum cordifolium</i> Benth.	B, P
Ericaceae	<i>Themistoclesia recondita</i> A.C. Sm.	B
Gesneriaceae	<i>Alloplectus martinianus</i> J.F. Sm.	B, P
Gesneriaceae	<i>Alloplectus purpureus</i> L.P. Kvist & L.E. Skog	B, P
Gesneriaceae	<i>Columnnea byrsina</i> (Wiehler) L.P. Kvist & L.E. Skog	P
Gesneriaceae	<i>Columnnea ericae</i> Mansf.	B
Gesneriaceae	<i>Columnnea strigosa</i> Benth.	B, P
Gesneriaceae	<i>Columnnea villosissima</i> Mansf.	B, P

## Anexo 4. Continuación

Grammitidaceae	<i>Grammitis</i> sp.1	P
Grammitidaceae	<i>Grammitis</i> sp.2	P
Grammitidaceae	<i>Melpomene assurgens</i> (Maxon) A.R. Sm. & R.C. Moran	B, P
Grammitidaceae	<i>Terpsichore lanigera</i> (Desv.) A.R. Sm.	B, P
Grammitidaceae	<i>Terpsichore semihirsuta</i> (Klotzsch) A.R. Sm.	B
Grammitidaceae	<i>Terpsichore taxifolia</i> (L.) A.R. Sm.	B, P
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum microcarpum</i> Desv.	B, P
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum multialatum</i> C.V. Morton	P
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum plumosum</i> Kaulf.	P
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes diaphanum</i> Kunth	B, P
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum ambiguum</i> (Mett. ex H. Christ) Alston	B, P
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum bryogenes</i> Mickel	B
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum ciliatum</i> (C. Presl) T. Moore	B, P
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum crassipes</i> (Hieron.) Diels	B, P
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum erinaceum</i> (Fée) T. Moore	P
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum lindigii</i> (H. Karst.) T. Moore	B
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum oleandropsis</i> (Sodiolo) C. Chr.	B
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> sp.1	B
Lycopodiaceae	<i>Huperzia campiana</i> B. Øllg.	B, P
Lycopodiaceae	<i>Huperzia linifolia</i> (L.) Trevis.	P
Lycopodiaceae	<i>Huperzia mollicoma</i> (Spring) Holub	B
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia brownei</i> (Triana & Planch.) Krug & Urb.	B
Melastomataceae	<i>Blakea hirsutissima</i> (J.F. Macbr.) Wurdack	B
Melastomataceae	<i>Blakea</i> sp.1	B

## Anexo 4. Continuación

Orchidaceae	<i>Ada pozoii</i> Dodson & N.H. Williams	B, P
Orchidaceae	<i>Ada</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Ada</i> sp.2	P
Orchidaceae	<i>Cranichis</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Cranichis</i> sp.2	B
Orchidaceae	<i>Cryptocentrum jamesonii</i> Benth.	B, P
Orchidaceae	<i>Cryptocentrum pergracile</i> Schltr.	P
Orchidaceae	<i>Dichaea morrisi</i> Fawc. & Rendle	B, P
Orchidaceae	<i>Dichaea</i> sp.1	B, P
Orchidaceae	<i>Elleanthus capitatus</i> (Poepp. & Endl.) Rchb. f.	P
Orchidaceae	<i>Elleanthus conifer</i> (Rchb. f. & Warsz.) Rchb. f.	P
Orchidaceae	<i>Elleanthus fractiflexus</i> Schltr.	P
Orchidaceae	<i>Elleanthus lancifolius</i> C. Presl	B
Orchidaceae	<i>Elleanthus myrosmatis</i> (Rchb. f.) Rchb. f.	B, P
Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> sp.1	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum alpicoloscandens</i> Hágsater & Dodson	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum cochlidium</i> Lindl.	B, P
Orchidaceae	<i>Epidendrum englerianum</i> F. Lehm. & Kraenzl.	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum mancum</i> Lindl.	B, P
Orchidaceae	<i>Epidendrum pamplonense</i> Rchb. f.	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum quisayanum</i> Schltr.	B, P
Orchidaceae	<i>Epidendrum repens</i> Cogn.	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum rolfeanum</i> F. Lehm. & Kraenzl.	P
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> sp.1	B

## Anexo 4. Continuación

Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> sp.2	B
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> sp.3	B
Orchidaceae	<i>Maxillaria aurea</i> (Poepp. & Endl.) L.O. Williams	B, P
Orchidaceae	<i>Maxillaria densifolia</i> (Poepp. & Endl.) Rchb. f.	P
Orchidaceae	<i>Maxillaria lepidota</i> Lindl.	B
Orchidaceae	<i>Maxillaria meridensis</i> Lindl.	B, P
Orchidaceae	<i>Maxillaria nervosa</i> Rolfe	B, P
Orchidaceae	<i>Maxillaria polyphylla</i> Rchb. f.	B, P
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> sp.2	B, P
Orchidaceae	<i>Oncidium calanthum</i> Rchb. f.	B
Orchidaceae	<i>Oncidium</i> sp.1	P
Orchidaceae	<i>Oncidium</i> sp.2	P
Orchidaceae	<i>Platystele</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis alveolata</i> Luer	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis brachiata</i> Luer	P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis canaligera</i> Rchb. f.	B, P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis cordata</i> (Ruiz & Pav.) Lindl.	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis cordifolia</i> Rchb. f. & Wagener	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis coriacardia</i> Rchb. f.	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis dodsonii</i> Luer	P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis dunstervillei</i> Foldats	B, P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis fonsflorum</i> Lindl.	B, P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis phalangifera</i> (C. Presl) Rchb. f.	B

## Anexo 4. Continuación

Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.1	B, P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.2	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.4	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.5	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.6	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.7	B
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.8	B, P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.9	B, P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.10	P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.11	P
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> sp.12	P
Orchidaceae	<i>Prosthechea hartwegii</i> (Lindl.) W.E. Higgins	B
Orchidaceae	<i>Prosthechea pamplonensis</i> (Rchb. f.) W.E. Higgins	P
Orchidaceae	<i>Scaphyglottis punctulata</i> (Rchb. f.) C. Schweinf.	B, P
Orchidaceae	<i>Sobralia crocea</i> (Poepp. & Endl.) Rchb. f.	P
Orchidaceae	<i>Sphyrastylis ecuadorensis</i> Garay	B, P
Orchidaceae	<i>Stelis atrovioleacea</i> Rchb. f.	P
Orchidaceae	<i>Stelis pusilla</i> Kunth	B, P
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.2	B
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.3	B
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.4	P
Orchidaceae	<i>Stelis</i> sp.5	B, P
Orchidaceae	<i>Trichopilia</i> sp.1	B
Orchidaceae	<i>Xylobium leontoglossum</i> (Rchb. f.) Rolfe	B, P

## Aneexo 4. Continuación

Piperaceae	<i>Peperomia angularis</i> C. DC.	B, P
Piperaceae	<i>Peperomia galioides</i> Kunth	B
Piperaceae	<i>Peperomia peltoidea</i> Kunth	B
Piperaceae	<i>Peperomia quadrifolia</i> (L.) Kunth	B, P
Piperaceae	<i>Peperomia</i> sp.1	B, P
Piperaceae	<i>Peperomia tetraphylla</i> (G. Forst.) Hook. & Arn.	B
Piperaceae	<i>Peperomia tovariana</i> C. DC.	B
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum amphostenon</i> (Kunze ex Klotzsch) Fée	P
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum coarctatum</i> (Kunze) Fée	B, P
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum solutum</i> (Klotzsch) Fée	B, P
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum</i> sp.1	P
Polypodiaceae	<i>Niphidium crassifolium</i> (L.) Lellinger	B, P
Polypodiaceae	<i>Pecluma divaricata</i> (E. Fourn.) Mickel & Beitel	B, P
Polypodiaceae	<i>Pecluma</i> sp.1	P
Polypodiaceae	<i>Polypodium adnatum</i> Kunze ex Klotzsch	B, P
Polypodiaceae	<i>Polypodium caceresii</i> Sodiro	B
Polypodiaceae	<i>Polypodium remotum</i> Desv.	B, P
Urticaceae	<i>Pilea fallax</i> Wedd.	B
Vittariaceae	<i>Antrophyum lineatum</i> (Sw.) Kaulf.	B
Urticaceae	<i>Pilea</i> sp.1	B
Vittariaceae	<i>Vittaria remota</i> Fée	B