Universidad Nacional de Loja

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

INGENIERIA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Patrones de Diversidad de Epífitas en Cuatro Ecosistemas de la Región Sur del Ecuador

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE:
INGENIERA EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

AUTORA:

María Alejandra Castro Celi

DIRECTOR:

Nikolay Aguirre, Ph.D.

Loja – Ecuador
2014

CERTIFICACIÓN:

Los que al pié firmamos, Miembros del Tribunal de Grado, CERTIFICAMOS, que la señorita *María Alejandra Castro Celi*, Egresada de la Carrera Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, ha incorporado todas las correcciones y recomendaciones en su tesis titulada ***"PATRONES DE DIVERSIDAD EPIFITAS EN CUATRO ECOSISTEMAS DE LA REGIÓN SUR DEL ECUADOR"*** por lo tanto autorizamos su publicación, difusión y puede continuar con los trámites de graduación.

Loja, 10 de julio de 2014

Ing. Marlon Duvois Chamba Morales, Mg. SC.
PRESIDENTE

Ing. Diego Armijos Ojeda, Mg. Sc.
VOCAL

Ing. Diana Ochoa Gordillo, Mg. Sc.
VOCAL

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director de la tesis titulada **"PATRONES DE DIVERSIDAD EPÍFITAS EN CUATRO ECOSISTEMAS DE LA REGIÓN SUR DEL ECUADOR"**, de autoría de la señorita egresada de la Carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente **María Alejandra Castro Celi**, certifico que se ha realizado dentro del cronograma aprobado, por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 10 de Junio de 2014.

Atentamente,

Ing. Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo **María Alejandra Castro Celi** declaro ser autora del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y sus a representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el repositorio institucional-biblioteca virtual.

María Alejandra Castro Celi

1104891518

Loja, 11 de Julio de 2014

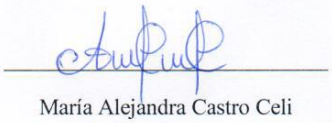
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO

Yo María Alejandra Castro Celi, declaro ser autora, de la tesis titulada **"PATRONES DE DIVERSIDAD EPÍFITAS EN CUATRO ECOSISTEMAS DE LA REGIÓN SUR DEL ECUADOR"**, como requisito para optar al grado de: Ingeniera en Manejo y Conservación del Medio Ambiente, autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Digital Institucional, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los 11 días del mes de julio del dos mil catorce, firma la autora.



María Alejandra Castro Celi

CI: 1104891518

Dirección: Gobernación de Mainas y Buganvillas

Correo electrónico: alecastro_c@hotmail.com

Teléfono: 0998540620

Director de Tesis: Ing. Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D.

Tribunal de Grado: Ing. Marlon Chamba Mg. Sc.

Ing. Diego Armijos Mg. Sc.

Ing. Diana Ochoa Gordillo Mg. S

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a todos quienes hicieron posible el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Especialmente al Ing. Nikolay Aguirre Mendoza Ph.D, director de la tesis, por su apoyo constante y orientación en el desarrollo de esta investigación, al Ing. Paul Eguiguren, e Ing. Natalia Samaniego por su respaldo técnico, gracias por sus consejos y recomendaciones como docentes y amigos. A la carrera de Ingeniería en Manejo y Conservación del Medio Ambiente y profesores que aportaron con sus conocimientos para formar excelentes profesionales.

Ing. Marlon Chamba, Ing. Diego Armijos e Ing. Diana Ochoa; miembros del Tribunal Calificador por sus oportunas sugerencias que permitieron reforzar la presente tesis.

Al Herbario Reinaldo Espinoza de la Universidad Nacional de Loja, especialmente al Ing. Bolívar Merino por transmitir conocimientos y al Herbario de la Pontifica Universidad Católica de Quito por brindar su apoyo en la identificación de las especies florísticas de los cuatro sitios de estudio.

A la Fundación Naturaleza y Cultura Internacional, especialmente al Ing. Eduardo Cueva y a todos quienes apoyaron en la logística para el desarrollo de la fase de campo.

A mis amigos Julissa, Sandra, Alexander y René por ser buenos compañeros. A David Alejandro, Carolina, Ivanova, Salomé y Madeleine por su constante motivación y apoyo emocional.

Y finalmente a toda mi familia por todo el cariño brindado a lo largo de mi vida.

DEDICATORIA

A Dios, mi luz y mi fortaleza, y quién guía todos mis caminos.

A mis amados padres Giovanni y Deyci, mis héroes, gracias por su amor, su apoyo, su paciencia y buenos ejemplos.

A mis hermanos, Nicolás y José Daniel por todos los momentos compartidos, son el amor de mi vida.

A mi pequeña Tamy por estar siempre dando alegría a mi hogar.

A mis familiares y amigos.

Alejandra

Tabla de Contenidos

1. INTRODUCCIÓN 1

2. REVISIÓN DE LITERATURA 3

2.1. Importancia Biológica y Ecosistémica de los Bosques Tropicales 3

2.2. Estado Actual de Conservación de los Ecosistemas Boscosos 4

2.3. Diversidad de la región sur del Ecuador 5

2.4. Diversidad en función de la gradiente 6

2.5. Epífitas y su Hábitat 7

2.6. Adaptaciones de las epífitas. 8

2.7. Importancia de las Epífitas 8

2.8. Distribución de epífitas en forofitos 9

2.9. Distribución altitudinal de las epífitas 10

2.10. Cambio climático y sus causas 10

2.11. Efectos del Cambio climático y perdida de la Biodiversidad 11

2.12. Migración altitudinal de la flora 12

3. METODOLOGÍA 13

3.1. Descripción de los Sitios de Estudio 13

3.2. Determinación de la diversidad de Ensambles de Epífitas en Forofitos de Cuatro Ecosistemas de la Región Sur del Ecuador 15

3.2.1. Diseño e instalación de las parcelas 15

3.2.2. Registro de datos en las parcelas 16

3.2.3. Cálculo de parámetros ecológicos de los ensambles de epifitas 18

3.3. Metodología para Cuantificar la Diversidad de Epífitas Vasculares (Bromelias y Helechos) en Cuatro Ecosistemas de la Región Sur del Ecuador. 19

3.3.1. Selección de las unidades de muestreo y acceso al dosel 19

3.3.2. Registro de datos de los forofitos seleccionados 20

3.3.3. Análisis de datos 22

4. RESULTADOS 24
4.1. Diversidad de Ensambles de Epifitas en Forofitos de Cuatro Ecosistemas de la Región Sur del Ecuador 24
4.1.1. Presencia de forofitos 24
4.1.2. Parámetros ecológicos de los ensambles 25
4.1.3. Abundancia de epífitas en forofitos 29
4.1.4. Correlaciones de la presencia de epifitas en los cuatros sitios de estudios 30
4.2. Diversidad de Epífitas Vasculares (Bromelias y Helechos) en Cuatro Ecosistemas de la Región Sur del Ecuador. 31
4.2.1. Características estructurales de los forofitos 31
4.2.2. Patrones de diversidad de epífitas 32
5. DISCUSIÓN 43
5.1. Aspectos Metodológicos de los Estudios de Epifitas 43
5.2. Abundancia de Ensambles de Epífitas 44
5.3. Diversidad de Bromelias y Helechos 46
5.4. Implicaciones para el Manejo de Ecosistemas (perspectiva de manejo normal, y considerando el cambio climático). 48
6. CONCLUSIONES 49
7. RECOMENDACIONES 50
8. LITERATURA CITADA 51
9. ANEXOS 59

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Características biofísicas de los cuatro sitios de estudio seleccionados en la Región Sur del Ecuador. 13
Cuadro 2. Parámetros ecológicos aplicados a los ensambles de epífitas.....18
Cuadro 3. Parámetros ecológicos aplicados a las especies de epífitas (Bromelias y Helechos). 22
Cuadro 4. Características estructurales de los forofitos en cada subparcela con el promedio de diámetro a nivel del pecho, altitud y área de copa.....24
Cuadro 5. Variables estructurales, densidad, frecuencia y dominancia relativas e índice de valor de importancia (I.V.I.) de los forofitos seleccionados al azar dentro de cada subparcela 31
Cuadro 6. Características de los forofitos seleccionados fuera del bosque 31
Cuadro 7. Especies exclusivas de bromelias y helechos en los cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. 35
Cuadro 8. Diversidad beta calculada para los cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador.....36
Cuadro 10. Especies exclusivas de bromelias y helechos en los en cada una de las secciones verticales en los cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. 39
Cuadro 11. Parámetros ecológicos (Abundancia, riqueza y diversidad) de los doce forofitos muestreados en la Región Sur del Ecuador.....41

Índice de Figuras

Figura 1. Presencia de epífitas en diferentes tipos de sustrato 9

Figura 2. Ubicación espacial de los sitios de estudio en la Región sur del Ecuador 14

Figura 3. Procedimiento para la determinación de la diversidad de ensambles de epífitas en forofitos de cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador 15

Figura 4. Diseño de las parcelas permanentes de una hectárea e instalación de las subparcelas en cada uno de los cuatro ecosistemas de estudio de la Región Sur del Ecuador 16

Figura 5. Panorama general de los tres sitios utilizados para evaluar la diversidad de epifitas dentro del sistema fuera de bosques: (A) Plantaciones de Laurel en el sitio el Padmi, (B) plantaciones de Aliso en el sitio Madrigal; y (C) Plantaciones de pino en el sitio Cajanuma..... 16

Figura 6. Gremios de epífitas que se encuentran en ecosistemas de la región sur del Ecuador .. 17

Figura 7. Conteo de epífitas y toma de registros de individuos en el Sitio el Madrigal..... 18

Figura 8. Procedimiento para cuantificar la diversidad de bromelias y helechos en cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador 19

Figura 9. Ascenso al forofito mediante uso de equipo de escalar en el sitio el Padmi..... 20

Figura 10. Secciones del forofito utilizadas para la cuantificación de epífitas vasculares (bromelias y helechos). Sección 2 (Sa2) es la parte media, por encima de la Sección 1 y por debajo de la primera rama; y Sección 3 (Sa3), desde la primera rama y la corona del árbol 21

Figura 11. Subdivisiones de las ramas de los forofitos para el muestreo de distribución horizontal de bromelias y helechos. Sección 1 (Sb1) parte más interna de la rama, que nace del tronco. Sección 2 (Sb2) parte central de la rama. Sección 3 (Sb3) parte terminal de la rama..... 21

Figura 12. Identificación de especies en el Herbario de la Pontifica Universidad Católica del Ecuador. 22

Figura 13. Media de abundancia de forofitos en los cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05). 25

Figura 14. Media de densidad de epífitas en los cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05). 26

Figura 15. Media de densidad de helechos, bromelias y orquídeas en cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05). 27

Figura 16. Media de densidad de epífitas en tres plantaciones en la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05) 28

Figura 17. Media de densidad de bromelias, helechos y orquídeas en tres plantaciones de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05) 28

Figura 18. Promedio de especies de epifitas por forofito de las diez especies de forofitos con mayor promedio de epífitas en cada uno de los cuatro ecosistemas de la Región sur del Ecuador 29

Figura 19. Relación entre el número de individuos de epífitas y el porcentaje de briófitas de cada forofito en los cuatro sitios de estudio de la Región Sur del Ecuador 30

Figura 20. Relación entre el número de individuos de epífitas para las variables DAP y Altura de los forofitos de cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador. 30

Figura 21. Media de riqueza y abundancia de bromelias en forofitos de cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05) 33

Figura 22. Media de riqueza y abundancia de helechos en forofitos de cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05) 33

Figura 23. Media de riqueza y abundancia de bromelias y helechos en forofitos de cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05)..... 34

Figura 24. Diversidad alfa de los bosques naturales y sistemas antrópicos de la Región Sur del Ecuador 36

Figura 25. Distribución vertical de epífitas. (A) Presencia de bromelias en la sección tres. (B) Distribución equitativa de bromelias y helechos en la sección dos del forofito. (C) Preferencia de ubicación de helechos en la sección uno del forofito 38

Figura 26. Media de abundancia de bromelias en las secciones de los forofitos muestreados en cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba LSD de Fisher, P<0.05)..... 38

Figura 27. Media de abundancia de helechos en los forofitos muestreados en cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba LSD de Fisher, P<0.05). 39

Figura 28. Promedios de abundancia de bromelias y helechos en las secciones horizontales de los forofitos. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05) 40

Figura 29. Promedios de abundancia de bromelias y helechos en los 12 forofitos muestreados en cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba LSD de Fisher, P<0.05)..... 42

Índice de Anexos

Anexo 1. Métodos empleados durante la investigación 59
Anexo 2. Lámina de especies 60
Anexo 3. Base de datos de ensambles 66
Anexo 4. Base de datos de bromelias y helechos en cada uno de los cuatro sitios de estudio.....77

RESUMEN

Las epífitas son un componente importante de los bosques tropicales, sin embargo el conocimiento de la función de estos componentes en la dinámica del bosque es aún poco estudiada. Para conocer la diversidad de epífitas en cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador distribuidos a lo largo de una gradiente altitudinal entre las provincias de Loja y Zamora Chinchipe se censaron todos los ensambles de bromelias, helechos y orquídeas presentes en forofitos de DAP > 10 cm en tres subparcelas de 20 x 20 m en cada sitio.Posteriormente se seleccionó al azar un forofito en cada subparcela y se evaluó la riqueza y abundancia de helechos y bromelias considerando las zonas de Johansson (1973) para el registro de epífitas. Se registró un total de 387 forofitos en los cuatro sitios de estudio, encontrándose la mayor densidad en los sitios intermedios de la gradiente altitudinal, en el bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsMn02) que corresponde al Madrigal con 146 individuos, y en el bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn02) ubicado en Cajanuma, con 147 individuos. De igual manera fueron estos los sitios que presentaron los valores de abundancia y riqueza más altos con respecto a los otros dos sitios, mientras que en el Páramo y el Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú (BsPa02) ubicado en el Padmi la densidad fue relativamente baja. Se concluye según análisis estadístico que todos los ecosistemas son significativamente diferentes, a medida que asciende la gradiente altitudinal aumenta en la abundancia y riqueza de especies epífitas, además el índice de similitud de Sorence indica que entre ecosistemas a medida que aumentan de altitud disminuye su similitud.

Palabras claves: epífitas, ensambles, forofito.

ABSTRACT

The epiphytes are a very important component of the tropical forests, however the knowledge of the function of this components in the forest's dynamic, is still a little known. To know the diversity of the epiphytes in four ecosystems in the South Region of Ecuador, distributed a long of the altitudinal gradient between Loja's province and Zamora Chinchipe all of the assemblies of bromeliads, ferns and orchids present in phorophytes of DAP >10cm in the subplots of 20 x 20 m in each site, were censed. After that, a phorophyte in each subplot was selected at random; the wealth and the abundance of ferns and bromeliads were evaluated, considering the Johansson's (1973) zones for the register of epiphytes. A total of 387 phorophytes were recorded in the four sites of study, finding the most density in middle sites in the altitudinal gradient in the "Bosque Siempreverde Montano del Sur de la Cordillera de los Andes" (BsMan02) that corresponds to Madrigal with 146 individuals, and in the "Bosque Siempreverde Montano Alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsAn02) located in Cajanuma, with 147 individuals. The same way these sites featured the higher valuables of abundance and wealth in regard to the other two sites, while in the Páramo and in Bosque siempreverde piemontano de la Cordillera del Cóndor-Kutukú (BsPa02), placed in "Padmi", the density was relatively low.It is concluded according to statistical analysis, that all of the ecosystems are significantly different, as it ascends the altitudinal gradient the abundance and wealth of the epiphytes species increase, also the similarity index of Sorence, suggests that between the ecosystems, as the altitude increases, their similarity decreases.

Key words: epiphytes, assemblies, phorophyte.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques del Ecuador son ecosistemas frágiles que contienen una diversidad biológica caracterizada por su alto grado de singularidad y rareza (Günter *et al*., 2011; Cuesta *et al*., 2009), Ecosistemas que por varias décadas, han sufrido reducciones significativas tanto en superficie como en diversidad (Bertzky *et al*., 2011; REDD, 2012), por ejemplo la tasa de deforestación registrada para periodo 2000 - 2008 fue de 1,12% para la provincia de Loja y de 1,61% para la provincia de Zamora Chinchipe, dando como resultado una pérdida anual promedio de 15 561 hectáreas (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012 a).

Estas pérdidas no solo disminuyen y fragmentan la conectividad a escala de paisaje; sino también conducen a la desaparición de especies características y funcionales de los ecosistemas (Herrán, 2012); como es el caso de las epífitas, las cuales constituyen un grupo de especies importantes en términos de diversidad y funcionalidad (Romero *et al*., 2008; Krömer *et al*., 2007), en razón que el dosel de estos bosques se encuentra constituido por más 35% de especies epífitas (Gentry y Dodson, 1987; Carranza y Estévez, 2008), y en cuanto al funcionamiento de los ecosistemas, su importancia radica en que al distribuirse en los troncos y copa de los árboles, ofrece una gran variedad de nichos y recursos que son aprovechados por diversos grupos de animales (Romero *et al*., 2008; Werner, 2009); condición que permite el incremento de la biodiversidad en las comunidades donde se encuentren (Tejero, 2009; Romero *et al*., 2008).

Las epífitas acumulan grandes cantidades de agua en sus hojas, motivo que las convierte en un elemento fundamental de la hidrología de los bosques (Cuesta *et al*., 2009), y su biomasa no leñosa alberga un alto contenido de nutrientes brindando rutas alternas para su ciclo (García y Toledo, 2008). Además estos grupos funcionales se caracterizan por ser sensibles a cambios ambientales y a presiones antrópicas, por lo cual se convierte en herramientas potenciales para la detección de presiones en los ecosistemas (Werner, 2009; Arana y Blanco, 2011).

Estudios demuestran que la concentración de gases de efecto invernadero provocará una elevada condensación de nubes en los bosques tropicales (Cuesta y Chiriboga, 2010; IPCC, 2007), condición que potencialmente puede ocasionar cambios en la composición de las comunidades y elevar las tasas de extinciones locales (Cuesta *et al*., 2009); sobre

todo en especies sensibles como en el caso del grupo de las epifitas de los bosques tropicales.

A pesar de la importancia de estos grupos funcionales dentro de los bosques tropicales, todavía se evidencia vacíos de información y sobre todo han sido poco estudiados y subestimados (Higuera, 2003). Es por ello, que el estudio y conocimiento de patrones de diversidad y distribución dentro de los ecosistemas y los forofitos[1] son incipientes en los bosques tropicales (Alzate y Cardona, 2000), siendo necesario estudiar estos parámetros y la relación con la gradiente altitudinal.

Es por ello, que el presente estudio se enfoca a determinar los patrones de diversidad de especies epífitas en cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador, como base para estudios futuros relacionados a los potenciales impactos de cambios climáticos en la diversidad y funcionamiento de estos grupos específicos de la flora de la región y además en el ecosistema en su conjunto. Ello apoyara no solo a conocer estos impactos, sino que podrá soportar el diseño de instrumentos técnicos, políticos y legales que fomentaran el adecuado manejo del capital natural de una de las regiones más megadiversas del planeta.

Bajo este contexto, este estudio estuvo orientado a través del cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Determinar la diversidad de ensambles de epífitas en forofitos de cuatro ecosistemas de la región sur del Ecuador
- Cuantificar la diversidad de epífitas vasculares (bromelias y helechos) en cuatro ecosistemas de la región sur del Ecuador.

[1] Forofito se llama a los hospederos sobre los cuales crece y se desarrolla epífita. Es utilizado sólo como soporte sin recibir daño.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Importancia Biológica y Ecosistémica de los Bosques Tropicales

Los bosques tropicales húmedos se encuentran aproximadamente entre las latitudes 10° N y 10°S y representan casi un 25% de la superficie total de bosques. Hay aproximadamente 70 países que se encuentran en la región de los bosques tropicales, que abarca 23 países de América, 16 en Asia y 31 en África. América Latina y el Caribe poseen aproximadamente el 22% de área de bosque tropical existente en el mundo (FAO, 2011).

Según la FAO (2009), el Ecuador se encuentra entre los diez países del mundo con más biodiversidad, debido a su ubicación en el neotrópico (MAE, 2010), sus bosques tropicales comprenden una gran riqueza de especies, de hábitats y de ecosistemas (Cordero, 2011) con un alto grado de singularidad y rareza (Cuesta *et al.*, 2009).

Estos bosques brindan un conjunto importante de servicios imprescindibles para la sociedad ya que sostienen el clima a escala regional y continental, cumpliendo un papel importante en el balance de $C0_2$ de la atmosfera ya que lo absorben, llegando a acumular entre 20 y 40 toneladas de carbono por hectárea (Cuesta *et al*., 2009) convirtiéndose en un importante sumidero y productor de oxígeno (UNEP, 2000), también captan una gran cantidad de agua precipitada constituyendo importantes reguladores hídricos (Cordero, 2011) ya que su cubierta vegetal selvática regula los flujos hidráulicos (UNEP, 2000), y protegen los suelos controlando los procesos erosivos.

Además, ofrecen una variedad de servicios ecosistémicos, principalmente la conservación de la biodiversidad (Fondo Mundial para el Medio Ambiente, 2009), a escala mundial, se caracterizan por poseer una gran riqueza florística por unidad de área, en comparación con cualquier país de América del Sur (MAE, 2010).

En Ecuador hasta la presente fecha se ha identificado 15 306 especies de plantas vasculares, lo cual indica ser poseedor de aproximadamente 6,9 % de estas especies registradas para el mundo, de las cuales 4 173 son endémicas, siendo el grupo de la orquídeas el que más aporta a esta diversidad, pues cuenta con 2 999 especies de las cuales el 43% son endémicas del país (Jørgensen y León-Yánez, 1999; MAE, 2010). En cuanto a fauna, hasta el momento se han registrado 1 642 especies de aves, 402 de mamíferos,

432 de reptiles, 540 de anfibios y 1 784 especies de peces divididas en 951 continentales y 833 marinas (MAE, 2014).

Sin embargo los estudios sobre biodiversidad de especies del Ecuador y su conservación, en su mayoría, se encuentran en un contexto de observaciones de historia natural y colecciones, o en estudios descriptivos, inventarios y taxonomía (MAE, 2010). Siendo necesario profundizarlos para conocer los patrones de distribución de dichas especies.

2.2. Estado Actual de Conservación de los Ecosistemas Boscosos

Ecuador es un país relativamente pequeño, se expande sobre un área de 256 450 km^2, su biomasa forestal corresponde aproximadamente a 10 millones de hectáreas, de las cuales el 80% se encuentra en la región Amazónica, el 13% en la costa y el 7% en los Andes (REDD, 2012).

Estos bosques ecuatorianos se encuentran seriamente amenazados en toda su distribución, ya que están desapareciendo a ritmos alarmantes debido a la creciente presión ejercida por la sociedad (Pérez *et al*, 2011). Estas reducciones se dan principalmente por la expansión de la frontera agrícola y la tala ilegal del bosque (REDD, 2012). Según los informes del MAE (2012 a) en el país la deforestación promedio anual corresponde a 89 944 ha/año, durante el periodo 2000 – 2008, esta se concentró principalmente en la subregión Andes Sur, en la provincias de Loja con una pérdida de 3 678 ha/año y en Zamora Chinchipe de 11 883 ha/año respectivamente.

El deterioro ambiental que se genera, altera la funcionalidad biológica, ya que se traduce en una pérdida importante de biodiversidad incluyendo en algunas casos extinción de especies (SEC, 2008); y en la funcionalidad de los servicios ecosistémicos, ya que suprime la protección que los bosques naturales ofrecen contra las tormentas, inundaciones y fluctuaciones extremas de las características climáticas locales (SEC, 2008).

Además, se le amerita aproximadamente el 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero (Cordero, 2011), y en especial, la degradación de los bosques tropicales, representa aproximadamente el 90% del total de estas emisiones (Fondo Mundial para el Medio Ambiente, 2009), siendo una de las principales aportes al cambio climático.

En los bosques tropicales las extinciones, alteraciones en la abundancia y los desplazamientos en los rangos de distribución de las especies, cambios en las agrupaciones de los ecosistemas, contracciones o expansiones en términos de área geográfica podrías ser los productos de este cambio ya que las especies están adaptadas a un rango de temperatura relativamente uniforme por lo cual se requiere de acciones urgentes para promover la conservación de la biodiversidad y mitigación del cambio climático (Herzog *et al.,* 2012).

2.3. Diversidad de la región sur del Ecuador

La región sur del Ecuador comprende las provincias de Zamora Chinchipe, Loja y El Oro y cubre una superficie de 27 440,98 km^2 que corresponde al 11% del territorio ecuatoriano (SEMPLADES, 2010). Esta región comparte ecosistemas, tradiciones y costumbres en el aprovechamiento de los recursos naturales (Aguirre, 2004).

La Zona cuenta con un significativo patrimonio natural activo para proteger; posee una diversidad de pisos climáticos y ecosistemas que van desde los bosques inundables de tierras bajas, hasta los bosques siempreverdes montanos en los altos de los Andes. El 19,48% de los suelos de la Zona está protegido bajo diferentes formas legales: cinco áreas pertenecen al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SENPLADES, 2010).

Los bosques montañosos ubicados en esta región han sido reconocidos como uno de los más importantes centros de diversidad florística del mundo (Lozano *et al.*, 2004), y como "hot spots" en relación con su prioridad de conservación. De hecho esta zona consiste en uno de los pocos lugares del planeta donde aún es posible descubrir plantas vasculares nuevas para la ciencia (Richter y Moreira, 2004).

Este fenómeno especial se da por la presencia de la depresión de Huancabamba (Richter y Moreira, 2004) estando la cordillera de los Andes en esta parte del país más baja, es ahí donde convergen las corrientes bioclimáticas cálidas húmedas de la Amazonía y cálidas secas de la vertiente del Pacífico, situación que da origen a una diversidad florística única. Estos factores influyen para la presencia de una diversidad de ecosistemas, hábitats, microhábitats y el extraordinario endemismo asociado, conformando parte del epicentro mundial de la biodiversidad (Aguirre, 2004)

La flora en el sur del Ecuador se incluye entre las más ricas y diversas del mundo, conformada por una amplia gama de tipos de vegetación que varían conforme a los

diferentes climas, geografía, suelos y otros factores de carácter biótico en la región (MAE, 2010).

Es la zona más pequeña del país, pero la más biodiversa, aquí se localizan los valores más altos de diversidad de especies y de endemismo a nivel nacional. También se encuentran casi todos los ecosistemas del Ecuador: áreas insulares y marino-costeras, manglares, bosques secos, bosques húmedos del Pacífico, bosques húmedos de montaña, páramos, bosques húmedos de la Amazonía, bosques de mesetas de arenisca (cordillera del Cóndor) y ecosistemas seminaturales, como los policultivos tradicionales y ancestrales (bosques de café y ajas shuar) (SENPLADES, 2010).

Se estima que habitan en la Zona alrededor de 8 000 especies de plantas, con las tasas más altas de endemismo botánico en áreas protegidas del Ecuador, más de 1 000 especies de aves y el 1/3 de los mamíferos registrados en el país. En solamente 1 000 hectáreas de bosque de montaña se han registrado 1 200 especies de mariposas nocturnas (SENPLADES, 2010).

El Parque Nacional Podocarpus, ubicado entre las provincias de Loja y Zamora-Chinchipe, posee 211 especies endémicas, con 99 especies exclusivas lo cual representa el número más alto de endemismo de todas las áreas protegidas del Ecuador (Lozano *et al*., 2004).

2.4. Diversidad en función de la gradiente

Uno de los retos más importante es identificar cuáles son los patrones que determinan la distribución de la biodiversidad en el planeta, y a pesar de que hay un cierto conocimiento de los gradientes que la determinan la información que se dispone está relacionada hacia un grupo u otro pero en general para toda la biodiversidad que existe (Contreras *et al*, 2008).

Una forma de estudiar estos patrones de diversidad vegetal es mediante la altitud (Kessler *et al.*, 2009), ya que la biodiversidad tiende a aumentar cuando esta aumenta (MAE, 2000), aunque como tal esta no ejerce influencia directa sobre la vegetación, lo hacen otros factores directamente relacionados con la temperatura, como la precipitación. La disponibilidad del agua afecta de forma directa en el crecimiento de las plantas (Contreras *et al.*, 2008) y a la composición de la comunidad, investigaciones demuestran que la

diversidad vegetal disminuye cuando se reduce la disponibilidad de agua (Kessler *et al.*, 2009).

En efecto la gradiente alitudinal sobre la diversidad se manifiesta por una tendencia general para diversos grupos en la que la mayoría de especies disminuye a mayores alturas, pues se desarrolla una gran variedad de climas en los que se desarrolla una biota adecuada (Contreras *et al.*, 2008).

2.5. Epífitas y su Hábitat

Las epífitas son el producto evolutivo de la gran lucha para sobrevivir en los bosques y selvas tropicales húmedas, que son los ecosistemas más diversos y complejos del planeta (Damon, 2003). Este gremio ecológico constituye un grupo muy diverso (Alzate y Cardona, 2000; Krömer *et al*., 2007; Viccon, 2009); además autores como Damon (2003); Romero *et al*., (2008), Viccon (2009); y Díaz *et al*., (2010) señalan que las epífitas representan alrededor del 10% de la diversidad vegetal vascular del mundo. Damon (2003) y Díaz *et al*. (2010) por su parte manifiesta que son el 25- 50% de la riqueza de especies de plantas en los bosques tropicales. En el caso de Ecuador, los bosques contienen aproximadamente el 5,8% de esta diversidad epífita (Nieder *et al*., 2001).

El epifitismo involucra un grupo importante de helechos, Orchidaceae, Araceae y Bromeliaceae y en menor grado las familias Gesmeriaceae, Piperaceae, Cactaceae, Ericaceae y Melastomataceae.

Este grupo de plantas por diversas razones han abandonado el hábito terrestre y se adaptaron a vivir sobre otras plantas las cuales son utilizadas sólo como soporte, sin recibir más daño que el que pueda provocar su abundancia dentro de su ramaje (Romero *et al.*, 2008; Sánchez *et al.*, 2003). Se culpa a las epífitas por ser parásitas pero claramente sobreviven en sustratos muertos e inertes y no penetran el sistema vascular de los árboles.

La distribución de estas plantas se debe a un sinfín de factores y casualidades. Es evidente la preferencia por ciertas partes de un árbol por alguna especie en particular. Factores importantes son la durabilidad y capacidad de humedecerse de la corteza, el pH, la edad también influye, los árboles maduros son mejores anfitriones por la presencia de micorrizas y colonias extensas de briófitas que retienen la humedad (Damon, 2003).

2.6. Adaptaciones de las epífitas.

Las epífita han desarrollado distintos tipos de modificaciones (Romero *et al.,* 2008) como morfológicas para poder satisfacer sus necesidades de captar luz y almacenar materia orgánica, así sus hojas se disponen en forma de roseta que también le permite retener líquido y almacenar agua en sus suculentas hojas, también por sus necesidades de nutrientes han desarrollado pequeñas cavidades llamadas domacios, que albergan gran cantidad de insectos y hormigas, en las cuales por medio de las paredes celulares absorben el nitrógeno producido por estos insectos (Granados, 2003; Romero *et al.,* 2008).

Las modificaciones anatómicas de estos grupos consisten en el desarrollo de una cutícula gruesa con distintas capas de cera sobre la superficie epidérmica (Romero *et al.,* 2008), formando una barrera impermeable regulando la evaporación del agua.

Y las adaptaciones fisiológicas que permiten la asociación entre raíces de una planta vascular y un hongo, relación conocida como micorriza. El hongo que coloniza la raíz se beneficia con los productos de la fotosíntesis, mientras que la planta incrementa la absorción de agua y nutrimentos para poder sobrevivir (Granados, 2003).

2.7. Importancia de las Epífitas

Este grupo funcional desempeña un papel muy importante en la dinámica de los ecosistemas ya que acumulan grandes cantidades de agua en sus hojas, proporcionando una vía alterna en la dinámica de este recurso dentro del bosque, y su biomasa alberga un alto contenido de nutrimentos esenciales, los cuales posteriormente son reciclados brindando rutas alternas al ciclo de nutrimentos (Romero *et al.,* 2008), además proporciona hábitat para una gran cantidad de animales y microorganismos (Werner, 2009).

Hernández (2000); Arévalo y Betancur (2004) resaltan que la distribución de las epífitas está influenciada por factores climáticos. Estas formas de vida dependen directamente de la precipitación para obtener su aprovisionamiento de agua y nutrimentos transportados por este medio, siendo la sequía uno de los principales factores limitantes para su desarrollo (Sánchez *et al.* 2003). Los modelos globales de cambio climático predicen una reducción de los niveles de precipitación en los trópicos (Nadkarni y Solano, 2002) y disminución de los días nublados, lo que causaría desplazamientos altimétricos y condensación de las nubes (Cuesta y Chiriboga, 2010); Nadkarni y Solano (2002)

argumentan que las comunidades de epífitas encontradas en los trópicos resultan ser herramientas potencialmente poderosas para la detección de los cambios climáticos, ya que son sensibles a cambios ambientales y a presiones antrópicas (Werner, 2009; Arana y Blanco, 2011), y al incrementarse la exposición de estas a la radicación solar incide directamente en un incremento de la evotranspiración (Cuesta y Chiriboga, 2010), provocando efectos negativos en estas comunidades.

2.8. Distribución de epífitas en forofitos

Forofito es el nombre que se le da a las plantas hospederas o portadoras de epífitos (Alzate y Cardona, 2000; Romero *et al*., 2008; Nitzanim *et al*., 2009; Barreno y Pérez-Ortega, 2013;), la distribución espacial sobre estos depende de la especie de forofito, la edad, posición o condición. Autores como Hernández (2000) afirman que las epífitas son más abundantes en aquellos portadores muy ramificados hacia todos los ángulos, con ramas horizontales y grandes copas.

Según Johansson (1974) puede existir especificidad del epifito por determinadas características del forofito, o de las cortezas del mismo (Figura 1). También los exudados de la corteza y las características del sustrato formado por un depósito de humus y la capa de epífitas no vasculares, pueden influir en la distribución de epífitas vasculares.

Figura 1. Presencia de epífitas en diferentes tipos de sustrato

La distribución de epífitas en los forofitos es el resultado de la variación microclimática desde la parte alta del dosel hasta el interior del bosque y es pronunciada en bosques altos y cerrados, donde el cambio microclimático es más acentuado. Esta variación está determinada por la estructura y altura del dosel que regula la intensidad y dirección de

luz recibida, la captación de humedad y la temperatura del aire que llega a las plantas en cada uno de los estratos (Alzate y Cardona, 2000; Martínez *et al.*, 2008).

2.9. Distribución altitudinal de las epífitas

La distribución de epífitas en los forofitos a escala local es de acuerdo al bosque y a los forofitos donde se desarrolla, es el resultado de la diversidad de microambientes y las características estructurales de diferentes hospederos que brindan diferentes oportunidades para el establecimiento, es decir un mosaico complejo de micro hábitats o un mosaico físico que provee el medio para su crecimiento (Martínez *et al.*, 2008).

Estos microambientes pueden ser causados por diferencias en la textura, porosidad y contenidos de nutriente de la corteza, disponibilidad de humedad, de radiación o por la presencia de briofitas (Alzate y Cardona, 2000; Martínez *et al.*, 2008).

2.10. Cambio climático y sus causas

El cambio climático es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana (Herrán, 2012), este cambio altera la composición de la atmósfera mundial y se suma a la variabilidad climática través del tiempo (Semarnat, 2009). La elevación de la temperatura en los últimos 50 años coincide con el aumento de la concentración de CO2 en la atmosfera, en el último siglo la temperatura de la superficie del planeta ha aumentado unos 0.75 ºC (IPCC, 2007) aunque vale recalcar que el incremento actual de la temperatura no ha sido igual en las diferentes regiones del planeta. El Ártico, por ejemplo, se ha calentado más que el resto del planeta en los últimos 100 años. Por su parte, las regiones terrestres han incrementado sus temperaturas más rápido que los océanos, siendo más acelerado en Norteamérica, Europa y Asia (Semarnat, 2009).

Este cambio es provocado por la concentración de gases de efecto invernadero y aerosoles en la atmosfera proveniente de la quema de los combustibles fósiles, quema de bosques, avance de la frontera agrícola, la deforestación, cambios de uso de tierra etc., estos gases emanados atrapan la radiación solar de onda larga causando el aumento de la temperatura y por ende el calentamiento gradual de la Tierra (IPCC, 2007).

2.11. Efectos del Cambio climático y perdida de la Biodiversidad

Actualmente el cambio climático es el desafío más importante de nuestra época, un problema global con efectos en los procesos económicos, sociales y ambientales (Lázaro, 2008 y Comisión Europea, 2009).

Durante la última década, varios estudios concuerdan en el hecho de que el incremento en el calentamiento global y su correspondiente cambio climático afecta a la biodiversidad en diferentes escalas y formas (Araújo y Rahbek, 2006; Buytaert *et al*., 2011; IPCC, 2007; Pearson, 2006).

La evidencia sobre respuestas ecológicas a los cambios recientes en el clima se basa en estudios que reportan varios impactos, entre ellos: (1) alteraciones en la fisiología de las especies y su capacidad de soportar eventos extremos como las heladas (Sierra y Cavieres, 2010), (2) cambios en los patrones de distribución y riqueza de especies (Araújo y Rahbek, 2006; Feeley y Silman, 2010; Gottfried *et al.*, 2012), (3) incrementos en las tasas de extinción locales de algunas especies o comunidades de especies (Dullinger *et al.*, 2012; Pauli *et al.*, 2007, 2012) y (4) alteraciones en los patrones fenológicos (Zavaleta *et al.*, 2003). Como consecuencias derivadas, también se proyectan cambios en los patrones de distribución de los ecosistemas (Cuesta *et al.*, 2009) y posibles alteraciones en funciones ecosistémicas como el ciclo del carbono y el agua (Buytaert *et al.*, 2011).

Estos efectos están reflejados principalmente en la alteración del clima sobre todo en la precipitación y temperatura, ocasionando frecuentas olas de calor y la pérdida parcial del manto de hielo en tierras polares provocando cambios de gran magnitud en las líneas costeras, e inundaciones en extensiones bajas, que afectarán gravemente al 60 % de la población mundial que vive cerca de las costas (IPCC, 2007).

Esta alteración del clima también ejerce presión sobre la biodiversidad amenazando con cambios en las distribuciones de especies dentro de los ecosistemas, aumento en las tasas de extinciones, cambios en los tiempos de reproducciones y cambios en los crecimientos de las plantas (CDB, 2007). Sin embargo dentro de los Andes tropicales no se sabe hasta qué punto los cambios en el clima puedan llegar a afectar, ya que su biodiversidad y endemismo excepcional hacen que estos ecosistemas sean más vulnerables a cualquier tipo de cambio y la comprensión de la naturaleza frente a esta vulnerabilidad es aun limitada ya que el conocimiento de las especies, de su diversidad y distribución en los ambientes andinos es muy incompleto (Herzog *et al.*, 2012).

2.12. Migración altitudinal de la flora

El calentamiento global provoca un ascenso altitudinal de las especies vegetales (Van den Berg, 2009), así lo ha confirmado diversos estudios internacionales tras analizar los cambios en la flora de 66 cimas localizadas en 17 cordilleras europeas entre los años 2001 y 2008 (Van den Berg, 2009). El estudio confirma la hipótesis de que el aumento de las temperaturas induce un desplazamiento de la flora alpina hacia las cimas que ha resultado ser de 2,70 metros de media en el conjunto de las especies estudiadas

Este fenómeno ha generado un aumento del 8 % en el número de especies que habitan en los picos situados en las zonas boreal y templada de Europa. Dando como resultado en ocho de las catorce cumbres estudiadas en el área mediterránea una disminución en la biodiversidad vegetal (Van den Berg, 2009).

3. METODOLOGÍA

3.1. Descripción de los Sitios de Estudio

La presente investigación se realizó en cuatro ecosistemas diferenciados por la altitud en la Región Sur del Ecuador, en las provincias de Loja y Zamora Chinchipe. En el Cuadro 1 se presenta un resumen de las características biofísicas que presenta cada ecosistema de estudio.

Cuadro 1. Características biofísicas de los cuatro sitios de estudio seleccionados en la Región Sur del Ecuador.

Sitios de Estudio	Altitud msnm	Temperatura media anual	Precipitación media anual	Pendiente	Textura y Origen de los Suelos
Sitio Padmi	800	23°C	2000 mm	19 %	Entisoles, en el piso bajo y Inceptisoles en el piso medio.
Sitio El Madrigal	2400	15,6 °C	2500 mm	16 %	Arenosos, Franco Limosos y Arcillosos
Sitio Cajanuma	2800	11 °C	3000 mm	23 %	Francos, Franco-arcilloso, rocosos.
Sitio Páramo	3400	8°C	4000 mm	25 %	Suelos formados por roca metamórfica meteorizada.

Fuente: Sánchez y Rosales, 2002; Eguiguren y Ojeda 2009; Naranjo y Ramírez 2009 y Salinas y Veintimilla, 2010.

A continuación se presenta una breve descripción de cada uno de los cuatro sitios estudiados:

- **Quinta Experimental El Padmi de la Universidad Nacional de Loja**

Políticamente pertenece a la parroquia Los Encuentros, cantón Yanzatza en la Provincia de Zamora Chinchipe (Naranjo y Ramírez, 2009) a 9587586 N y 764815 E. El ecosistema según MAE (2012 b) es Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú (BsPa02), caracterizado por ser un bosque denso con presencia de epífitas que se desarrollan sobre terrenos colinados y hondonadas (Figura 2).

- **Sitio el Madrigal**

El Madrigal se encuentra ubicado dentro de la Microcuenca San Simón al sureste de la ciudad de Loja, en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Podocarpus a 9552357 N y 703585. Según los ecosistemas del MAE (2012 b), corresponde al Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (BsMn02)

caracterizado por ser un bosque alto siempreverde y por poseer una alta abundancia y diversidad de especies epífitas.

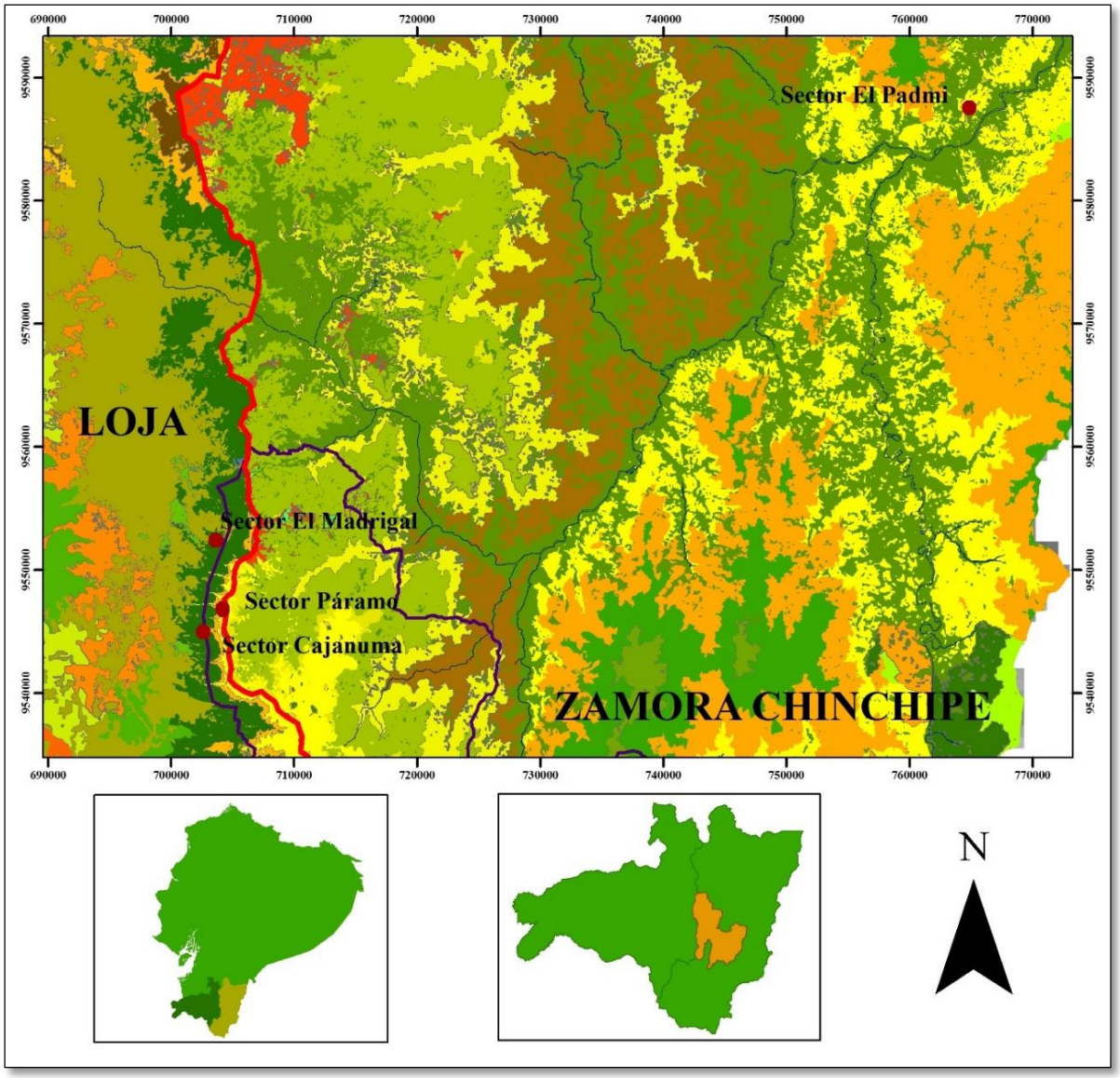


Figura 2. Ubicación espacial de los sitios de estudio en la Región sur del Ecuador

- **Sitio Cajanuma**

El sitio Cajanuma se encuentra dentro del Parque Nacional Podocarpus, al sur de la ciudad de Loja ubicado a 9544905 N y 702586, se trata de un Ecosistema Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes (MAE, 2012 b), generalmente es denso y con abundante presencia de epífitas y musgos.

- **Sitio Páramo**

El sector páramo está localizado en la Cordillera Oriental de los Andes dentro del Parque Nacional Podocarpus, al sur de la ciudad de Loja. Según MAE (2012 b) está descrito como Arbustal siempre verde y herbazal del páramo (AsSn01) (Figura 2).

3.2. Determinación de la diversidad de Ensambles de Epífitas en Forofitos de Cuatro Ecosistemas de la Región Sur del Ecuador

La determinación de la diversidad de los ensambles de epífitas se lo realizo de la siguiente manera (Figura 3).

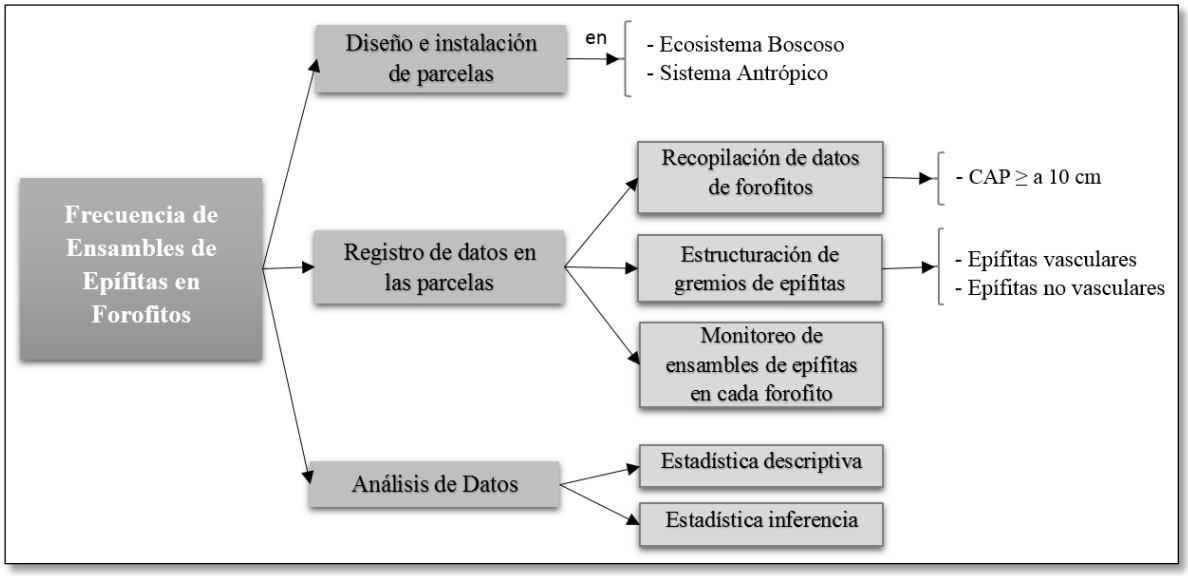


Figura 3. Procedimiento para la determinación de la diversidad de ensambles de epífitas en forofitos de cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador

3.2.1. Diseño e instalación de las parcelas

En cada uno de los cuatro sitios se instaló una parcela permanente de una hectárea. Estas parcelas fueron divididas en 25 subparcelas de 20x20 metros (ver Figura 4). Posteriormente se seleccionaron al azar tres subparcelas de 20x20 metros (esto se lo realizo en El Padmi, El Madrigal y Cajanuma); en el caso del sitio el Páramo se instalaron tres subparcelas, cada una anexa a las cimas de la zona piloto del proyecto MICCAMBIO[2] (Eguiguren y Ojeda, 2009).

[2] El proyecto MICCAMBIO instalo en el 2008 tres sitios pilotos para el monitoreo in situ de los impactos en la biodiversidad, cada sitio consta de una cima en la cual están instaladas un conjunto de parcelas permanentes en cada una de las direcciones de los puntos cardinales.

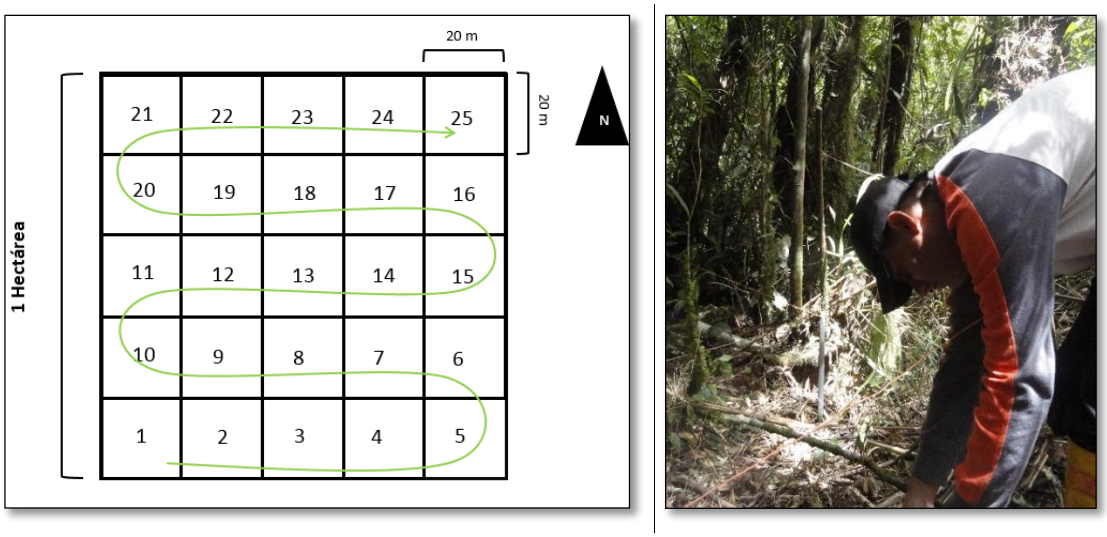


Figura 4. Diseño de las parcelas permanentes de una hectárea e instalación de las subparcelas en cada uno de los cuatro ecosistemas de estudio de la Región Sur del Ecuador

Además se instaló una parcela de 20 x 20 metros, fuera del ecosistema boscoso (dentro del sistema antrópico), el cual estuvo localizado aledaño a cada sitio de estudio. En la siguiente figura se presentan un panorama general de los tres áreas utilizadas para a instalación fuera del sistema boscoso. La finalidad de estudiar estas escenarios fue para conocer el comportamiento de especies epífitas dentro de esos sistemas.

Figura 5. Panorama general de los tres sistemas antrópicos donde se evaluó la frecuencia de epifitas: (A) Plantaciones de Laurel en el sitio el Padmi, (B) plantaciones de Aliso en el sitio Madrigal; y (C) Plantaciones de pino en el sitio Cajanuma.

3.2.2. Registro de datos en las parcelas

- **Recopilación de datos de forofitos**

En las subparcelas de 20 x 20 (400 m^2) se recopiló la información de todos los forofitos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) superior o igual a 10 cm, cada uno se marcó con un código único, y se determinó su clasificación taxonómica, altura total, altura de copa y diámetro de copa. En el caso del sector el Páramo, se recopiló información de los forofitos en estado arbustivo ya que por las condiciones climáticas estos no se desarrollan

a estado arbóreo. Posteriormente se contabilizó las epífitas presentes en cada uno de los forofitos identificados.

- **Estructuración de gremios de epífitas**[3]

Se consideró como gremio a un conjunto de ensambles[4] (Casenava, 2001) de epífitas; ya que estos grupos de especies se encuentran usando los mismos recursos ambientales que les brindan los forofitos como hospederos.

Este gremio se compuso por tres ensambles de epífitas vasculares dominantes, las cuales fueron: Bromeliaceae, Orchidaceae y Pteridophyta (Hernández, 2000; Krömer *et al*., 2007), y otro grupo de ensambles de epifitas no vasculares conformado por briofitas y líquenes (Hernández, 2000). En la Figura 6, se presentan los gremios de epifitas utilizadas para el presente estudio.

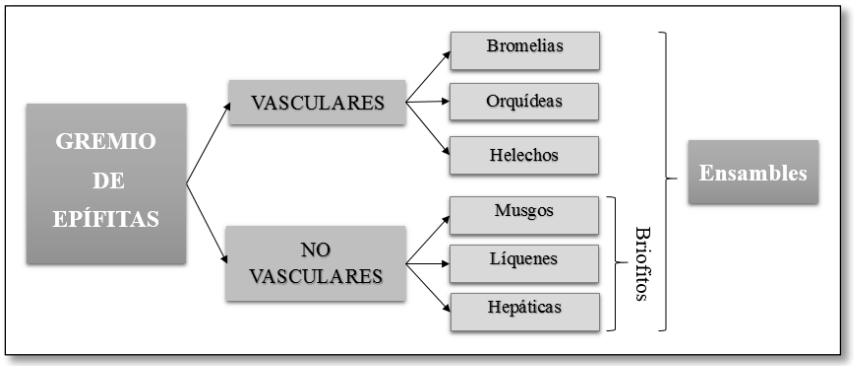


Figura 6. Gremios de epífitas que se encuentran en ecosistemas de la región sur del Ecuador

- **Evaluación de ensambles de epífitas en cada forofito**

La evaluación de ensambles de epífitas presentes en cada forofito muestreado se realizó mediante observación directa con ayuda de binoculares. Estos datos fueron usados para calcular parámetros ecológicos.

Para las epífitas vasculares se realizó un conteo minucioso de cada uno de los individuos presentes en cada forofito (Figura 7). En el caso de las epífitas no vasculares se registró

3 Gremio de epifitas, conjunto de grupos de epífitas que explotan los mismos recursos de un modo similar.
4 Ensamble, grupos de epífitas que se encuentran dentro de un gremio, las cuales están agrupadas por similitudes en su forma de crecimiento y comportamiento: 1) hepáticas, 2) musgos, 3) líquenes, 4) helechos, 5) bromelias, 6) orquídeas.

el porcentaje aproximado de presencia de briofitos considerando dentro de estos a musgos, hepática y líquenes.

Figura 7. Conteo de epífitas y toma de registros de individuos en el Sitio el Madrigal

3.2.3. Cálculo de parámetros ecológicos de los ensambles de epifitas

Con los datos recopilados se procedió a calcular la densidad usando el modelo matemático que se presenta en el Cuadro 2. Además se complementó el análisis a través de un análisis estadístico descriptivo.

Cuadro 2. Parámetros ecológicos aplicados a los ensambles de epífitas

PARÁMETRO	MODELO	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
Densidad (D)	$\mathbf{D} = \frac{\text{Número de individuos por ensamble}}{\text{Total del área muestreada}}$	Es el número de individuos existentes en un área determinada	El ensamble con más densidad es la que tiene un mayor número de individuos por hectárea.

Fuente: Moreno (2001)

El análisis estadístico fue realizado utilizando el paquete estadístico InfoStat; donde se evaluó la existencia de diferencias en densidad entre los cuatro ecosistemas. Para ello se aplicó un análisis de varianza no paramétrico, en este caso la prueba de Kruskal-Wallis, ya que los datos no se ajustaron a la normalidad, considerando como significativos los valores de $p<0.05$. Además se realizaron análisis de correlación entre las variables estructurales de todos los forofitos presentes en las subparcelas y el número de individuos epífitos presentes.

3.3. Metodología para Cuantificar la Diversidad de Epífitas Vasculares (Bromelias y Helechos) en Cuatro Ecosistemas de la Región Sur del Ecuador.

Se levantó una línea base de epífitas vasculares, específicamente bromelias y helechos, ya que su importancia dentro de un ecosistema radica en que al distribuirse en los troncos y copa de los árboles, ofrece una gran variedad de nichos y recursos que son aprovechados por diversos grupos de animales (Romero *et al*., 2008). Además son catalogadas como indicadores de cambio, por su sensibilidad daños ambientales y a presiones antrópicas (Guidice *et al*., 2011; Arana y Blanco, 2011).

En resumen esquemático del proceso de cuantificación de la diversidad de bromelias y helechos se puede apreciar en la Figura 8.

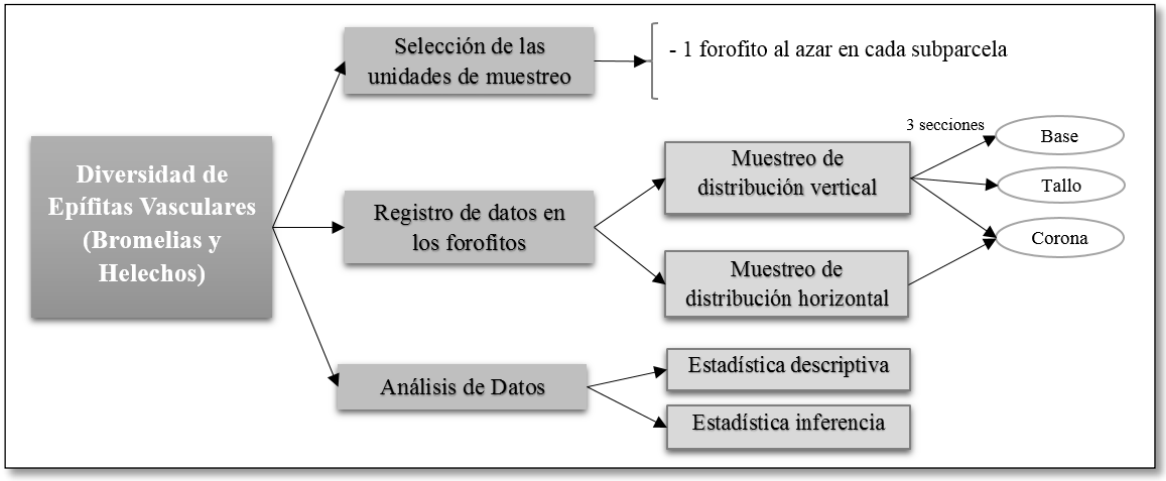


Figura 8. Procedimiento para cuantificar la diversidad de bromelias y helechos en cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador

El procedimiento se detalla a continuación:

3.3.1. Selección de las unidades de muestreo y acceso al dosel

Se seleccionó al azar un forofito en cada subparcela de 400 m^2, obteniendo 3 árboles por ecosistema como unidades de muestreo. Mediante el uso del equipo de escalar (ver Figura 9), se accedió a los forofitos seleccionados para el levantamiento de la línea base de epifitas vasculares (Bromelias y helechos).

Figura 9. Ascenso al forofito mediante uso de equipo de escalar en el sitio el Padmi

3.3.2. Registro de datos de los forofitos seleccionados

Debido a que la distribución espacial de las epífitas sobre un forofito varía vertical y horizontalmente; en vista que en los hospederos muy ramificados y con copas grandes, la presencia de epifitas es abundante (Hernández, 2000), se consideró estos dos parámetros para el muestreo (Arévalo y Betancur, 2004):

- **Muestreo de Distribución Vertical en los Forofitos**

Las epífitas frecuentemente se ubican en diferentes lugares del forofito (Hernández, 2000), es por esto que a cada forofito seleccionado al azar en cada subparcela, se lo subdividió en tres secciones (Figura 10): Sección 1 (Sa1), está relacionada con el promedio de altura de los forofitos presentes en cada ecosistema, en este caso desde la base hasta los 3 metros en los forofitos encontrados en el Padmi, en el Madrigal hasta 1.2 metros, en Cajanuma hasta 1.4 metros y en el páramo de Parque Nacional Podocarpus 0.15 metros. Sección 2 (Sa2) es la parte media, por encima de la Sección 1 y por debajo de la primera rama; y Sección 3 (Sa3), desde la primera rama y la corona del árbol, utilizando una modificación al método empleado por Johansson (1974).

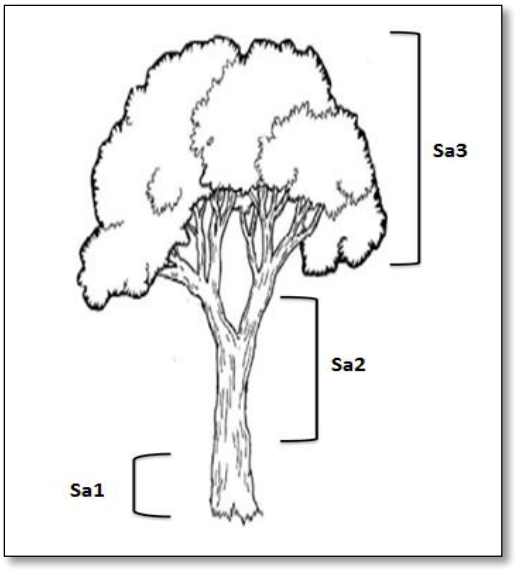


Figura 10. Secciones del forofito utilizadas para la cuantificación de epífitas vasculares (bromelias y helechos). Sección 2 (Sa2) es la parte media, por encima de la Sección 1 y por debajo de la primera rama; y Sección 3 (Sa3), desde la primera rama y la corona del árbol

- **Muestreo de distribución horizontal en los forofitos**

Para conocer como están distribuidas horizontalmente las epífitas en el forofito se realizó muestreos en la corona, para esto se seleccionó las dos ramas más grandes del árbol ubicadas con dirección al norte y al sur (Galeano, 2009) y se subdividió la rama en tres secciones iguales (Hernández, 2000), como se puede apreciar en la Figura 11.

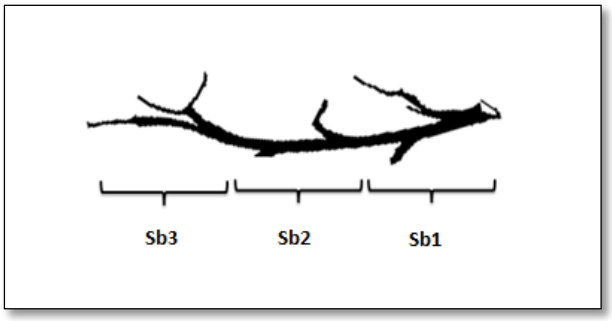


Figura 11. Subdivisiones de las ramas de los forofitos para el muestreo de distribución horizontal de bromelias y helechos. Sección 1 (Sb1) parte más interna de la rama, que nace del tronco. Sección 2 (Sb2) parte central de la rama. Sección 3 (Sb3) parte terminal de la rama.

Se colectaron muestras de cada una de las bromelias y helechos registrados (ver Figura 12), para posteriormente ser identificas taxonómicamente en el Herbario de la Universidad Nacional de Loja y en el Herbario de la Pontificia Universidad Católica del

Ecuador (las evidencias de los métodos empleados durante la investigación se muestran en el Anexo 1).

Figura 12. Identificación de especies en el Herbario de la Pontifica Universidad Católica del Ecuador.

3.3.3. Análisis de datos

Con los datos colectados en cada una de las parcelas y ecosistemas de las epífitas vasculares (bromelias y helechos) se calculó los siguientes parámetros ecológicos: densidad relativa, frecuencia relativa. Además se calculó la diversidad alfa para lo cual se utilizó el índice de Shannon y la diversidad beta aplicando el índice de Sorensen, cuyas fórmulas se presentan en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Parámetros ecológicos aplicados a las especies de epífitas (Bromelias y Helechos).

PARÁMETRO		MODELO	DESCRIPCIÓN	INTERPRETACIÓN
Densidad Relativa (DR)		$\mathbf{DR} = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} * 100$	Es el número total de individuos de una especie expresada como una proporción del número total de individuos de todas las especies.	La especie con mayor densidad relativa es la que tiene el porcentaje más alto.
Frecuencia Relativa (FR)		$\mathbf{FR} = \frac{\text{Número de forofitos en los que esta la especie}}{\text{Número total de forofitos muestreados}} * 100$	Es el número de ocurrencia de una especie en el área de muestreo.	Expresado en porcentaje
Índice de Valor de Importancia (IVI)		$\mathbf{IVI} = \text{DR} + \text{FR}$		
Diversidad	Alfa	**Índice de Shannon** $\mathbf{H} = -\sum_{i=1}^{S}(Pi)(Log\ n\ PI)$ **Índice de Equitatividad** $\mathbf{E} = \frac{\text{H}}{lnS}$	S = número de especies Pi = proporción total de la muestra que corresponde a la especie i. ln= logaritmo natural E= índice de equitatividad	Diversidad baja: 0-0,35 Diversidad. media: 0,36-0,7 Diversidad. alta: 0,71-1
	Beta	**Índice de Sorensen** $\mathbf{IS} = \frac{2C}{A+B} * 100$	A= número de especies en la localidad A B= número de especies en la localidad B C= número de especies en ambas localidades	Disímiles:0-35 Mediamente similares:36-70 Muy similares: 71-100

Fuente: Aguirre 1999, Aguirre, 2006; Eguiguren y Ojeda, 2009; Moreno, 2001

Además, se realizaron análisis estadísticos utilizando el paquete estadístico InfoStat 2013 se empleó la prueba de Kruskal-Wallis para comparar la distribución de abundancia y riqueza de epífitas en función de la gradiente altitudinal, en las secciones horizontales de los forofitos y entre forofitos. Para los análisis de distribución vertical se transformó la abundancia a Ln (x+1) y se empleó al análisis de varianza para datos paramétricos usando el método de comparación de LSD Fisher considerando como significativos los valores de $p<0.05$.

4. RESULTADOS

4.1. Diversidad de Ensambles de Epifitas en Forofitos de Cuatro Ecosistemas de la Región Sur del Ecuador

A continuación se presentan los resultados de la evaluación de la diversidad de ensambles de epífitas en cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador.

4.1.1. Presencia de forofitos

En las 12 subparcelas de estudio seleccionadas al azar dentro de cada ecosistema boscoso, se muestreo un total de 397 forofitos, con DAP ≥ a 10, a excepción de los forofitos encontrados en el páramo donde por sus propias características climáticas no alcanzan la altura de árbol. Por su parte en tres subparcelas ubicadas en los sistemas antrópicos se registraron 52 forofitos. Los datos de cada una de las parcelas y ecosistemas de estudio se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Características estructurales de los forofitos en cada subparcela con el promedio de diámetro a nivel del pecho, altitud y área de copa.

Sitio	Código parcela	No. Forofitos	X DAP (cm)	X Altura (m)	X Área de copa (m2)
Padmi	B15	22	23	20.9	43.2
Padmi	B16	26	19.7	16.6	28.2
Padmi	B22	18	32.1	17.5	52.8
Padmi	P1	14	23.2	19.1	41.6
Madrigal	B5	59	15.8	7.6	8.6
Madrigal	B7	42	18.1	6.8	14.03
Madrigal	B10	45	17.9	6.7	13.9
Madrigal	P2	19	19.8	9.6	23.8
Cajanuma	B23	56	19.6	8.6	8.2
Cajanuma	B24	43	19.2	7.7	7.9
Cajanuma	B25	48	18.8	8.3	8.9
Cajanuma	P3	19	20	7.3	16
Páramo	B1	6	--	1.1	0.4
Páramo	B2	6	--	0.9	0.4
Páramo	B3	16	--	1.0	0.4

Como se explicó en la metodología, cada forofito constituye una unidad de muestreo, los cuales fueron evaluados como un área única de registro. Las variables estructurales (DAP, altura y área de copa) medidas a los forofitos presentaron diferencias significativas entre los cuatro ecosistemas (prueba de Kruskal – Wallis, $N=397$, $p<0.0001$ para el DAP; $p<0.0001$ para la altura; y $p<0.0001$ para el área de la copa). Los promedios en abundancia de forofitos también presentaron diferencias significativas entre los ecosistemas (prueba

de Kruskal – Wallis, p<0.0277). A continuación en la Figura 13 se puede observar el patrón de abundancia de forofitos de cada uno los ecosistemas.

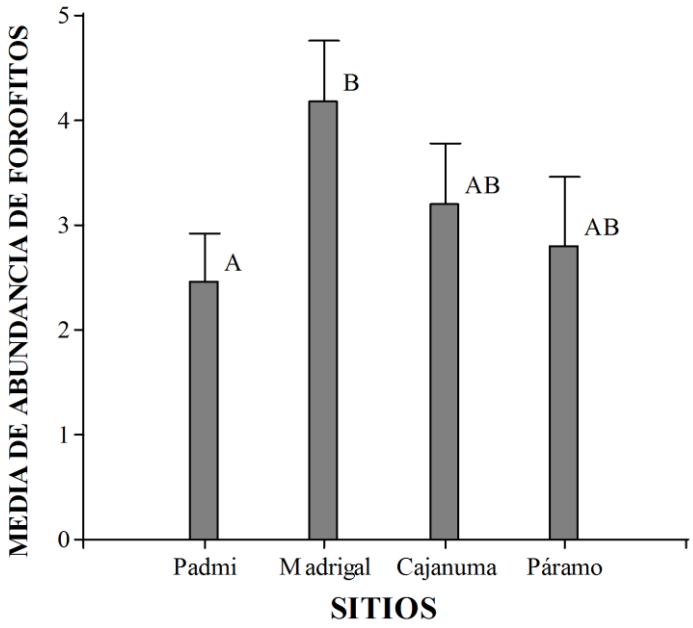


Figura 13. Media de abundancia de forofitos en los cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05).

4.1.2. Parámetros ecológicos de los ensambles

- **Densidad**

En los cuatro sitios de estudio se registró un total de 21 629 individuos epífitos, repartidos en 7 561 bromelias, 6 883 helechos y 7 185 orquídeas.

En el Padmi se registró un total de 1 302 individuos epífitos en 1 200 m^2, en el Madrigal se contabilizó 7 607 individuos, en Cajanuma un total de 12 642 individuos y en el Páramo solamente se registró 78 individuos (En el Anexo 3 se presenta la densidad de epífitas en cada uno de los forofitos). Comparando estadísticamente los promedios de individuos, estos presentan diferencias significativas entre los cuatro sitios de estudio (prueba de Kruskall-Wallis, N=397, p<0.0001) (Figura 14).

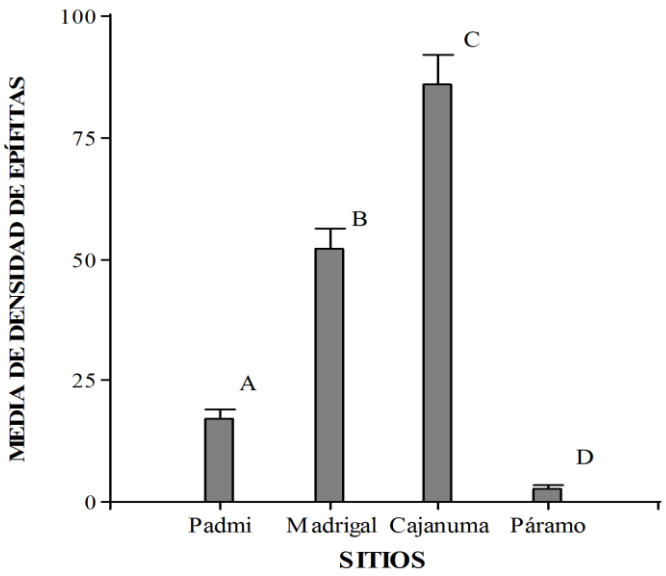


Figura 14. Media de densidad de epífitas en los cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia significativa entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05).

En el ecosistema ubicado en el Padmi el ensamble de helechos está representado con 682 individuos en 1 200 m^2, en el Madrigal con 1 688 individuos, Cajanuma fue el más representativo con presencia de 4 513 individuos y el Páramo no presentó individuos del grupo de los helechos.

Estos resultados demuestran que el número de individuos por hectárea aumenta a medida que aumenta la altitud, sin embargo la densidad desciende drásticamente en el Páramo ya que las condiciones climáticas del lugar son extremas.

Como se puede apreciar en la Figura 15, estadísticamente los promedios de individuos del ensamble de helechos por sitio presentaron diferencias significativas entre los cuatro ecosistemas de estudio (prueba de Kruskal Wallis, N=397, p<0.0001). Siendo Cajanuma el sitio que presento los promedios más altos y el Páramo los más bajos.

En el caso de las bromelias, en El Padmi se registraron 386 individuos en 1 200 m^2, en el Madrigal se contabilizó 3 611 individuos siendo el sitio más representativo para el ensamble de bromelias y en el Páramo se registró 46 individuos en los 1 200 m^2. A pesar de que el Madrigal se encuentra a menor altitud que Cajanuma, este presenta mayor densidad de epífitas ya que el área de copa de los forofitos presentes en el Madrigal es

mayor al área de copa de los forofitos presentes en Cajanuma, y es en la copa donde se encuentra mayor concentración de bromelias.

Los promedios en los individuos del ensamble de bromelias indican que estadísticamente hay diferencias significativas entre los ecosistemas (prueba de Kruskal Wallis, $p<0.0001$). En la Figura 15 se puede observar que no existe un patrón único de la presencia de los tres grupos de epifitas, se destaca un patrón más o menos similar entre los helechos y las orquídeas, donde se evidencia un aumento de individuos conforme se asciende en altitud.

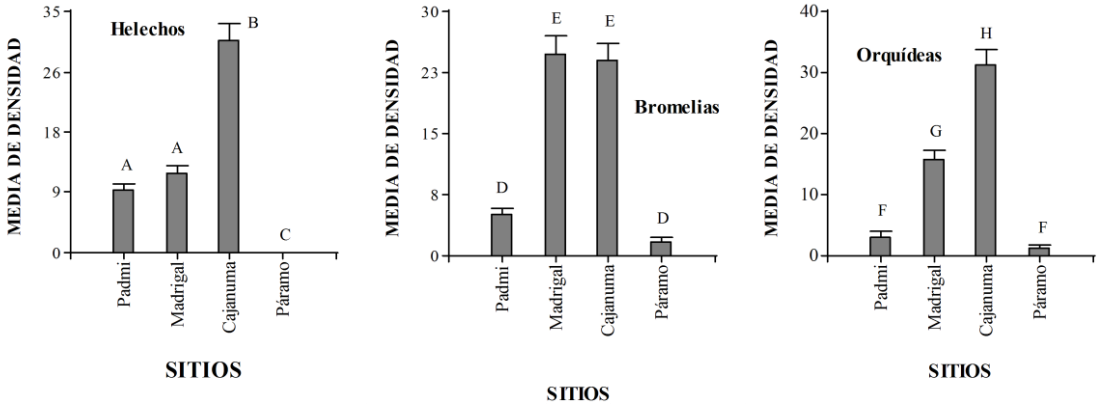


Figura 15. Media de densidad de helechos, bromelias y orquídeas en cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, $P<0.05$).

Con relación al ensamble de orquídeas, el Padmi presentó un total de 234 individuos, en el Madrigal se registraron 2 308, en Cajanuma 4 611 individuos siendo el más representativo y el Páramo 32 individuos en 1 200 m^2, siendo evidente el aumento de la densidad a medida que aumenta la altitud (Figura 15). Al igual que los ensambles de helechos y bromelias, los promedios en el ensamble de orquídeas presentan diferencias significativas en los cuatro ecosistemas (prueba de Kruskal Wallis, $p<0.0001$), siendo Cajanuma el sitio con promedios más altos (Figura 14).

Con relación a la presencia de epifitas en áreas adyacentes a los sitios de estudio de bosque natural; se registró un total de 215 individuos epífitos; 197 en la plantación de Laurel ubicada en el Padmi, un individuo en la plantación de Aliso ubicada en el Madrigal y 17 individuos en la plantación de Pino ubicada en Cajanuma. Estadísticamente estos sistemas antrópicos presentan diferencias significativas entre estos (prueba de Kruskal-Wallis,

N=52 p<0.0001). Los análisis estadísticos demuestran que la plantación de Pino y Aliso presentan mayor similitud y la Plantación de Laurel se diferencia de estas (Figura 16).

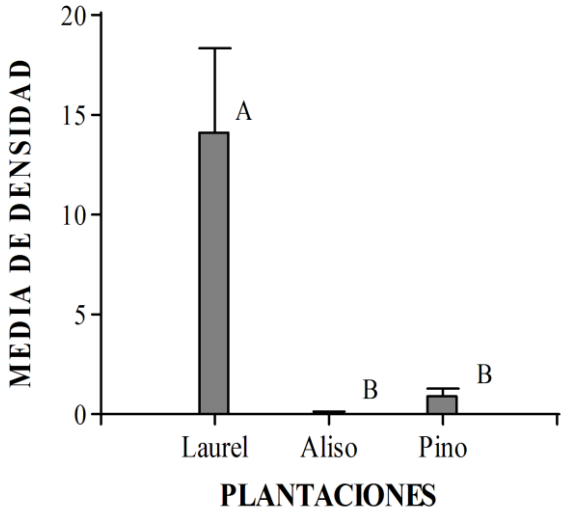


Figura 16. Media de densidad de epífitas en tres plantaciones en la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05)

En la plantación de Laurel, ubicado en el Padmi, el ensamble de bromelias presenta 75 individuos, en la plantación de Aliso se contabilizó únicamente un individuo mientras que en la plantación de Pino un total de 17 individuos. Esta gran diferencia hace que los tres sitios sean muy distintos (ver Figura 17 A); ello puede ser una respuesta a las diferencias de altitudes y también porque se trata de especies diferentes.

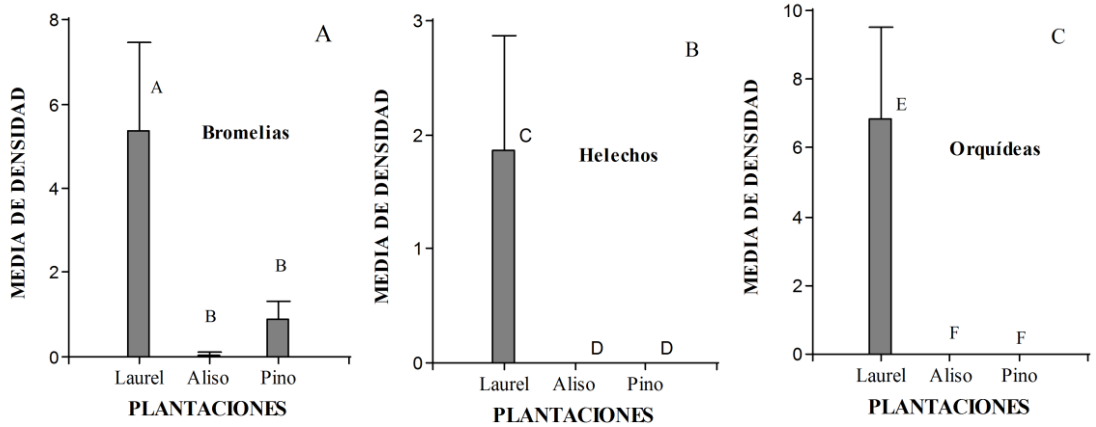


Figura 17. Media de densidad de bromelias, helechos y orquídeas en tres plantaciones de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05)

En el caso de los helechos y orquídeas (ver Figura 17 B y C) estos solamente se registraron en la plantación de Laurel con un total de 26 y 96 individuos respectivamente. Los análisis estadísticos demostraron que las tres plantaciones presentan diferencias significativas en cuanto a promedios de individuos pertenecientes al ensamble de helechos y orquídeas (prueba de Kruskal-Wallis, $p<0.0001$ y $p<0.0006$ respectivamente).

4.1.3. Abundancia de epífitas en forofitos

Como se explicó anteriormente en la Figura 13, los ecosistemas se encuentran diferenciados estadísticamente tanto en las variables estructurales como en la abundancia de los forofitos**,** y en la abundancia de especies epífitas presentes en cada ecosistema.

En cada sitio de estudio también se presentan diferencias en la abundancia de epífitas en cada especie de forofito como indica la Figura 18. En el sitio El Padmi se registró un total de 31 especies de forofitos siendo la especie *Alchornea latifolia* la que presentó mayor número de epífitas, con un promedio de 56. En el Madrigal se registró 35 especies de forofitos, en este sitio la especie con mayor presencia de epífitas fue *Clethra fimbriata* con un promedio de 121 individuos. Cajanuma fue el sitio que presento mayor riqueza de forofitos con la presencia de 46 especies, siendo *Oreopanax sessiliflorus* el que presentó el mayor número de epífitas con un promedio de 320 individuos y en el Páramo con una riqueza de 10 especies, *Gaultheria reticulata* fue la que presento mayor abundancia de epífitas con 5 individuos.

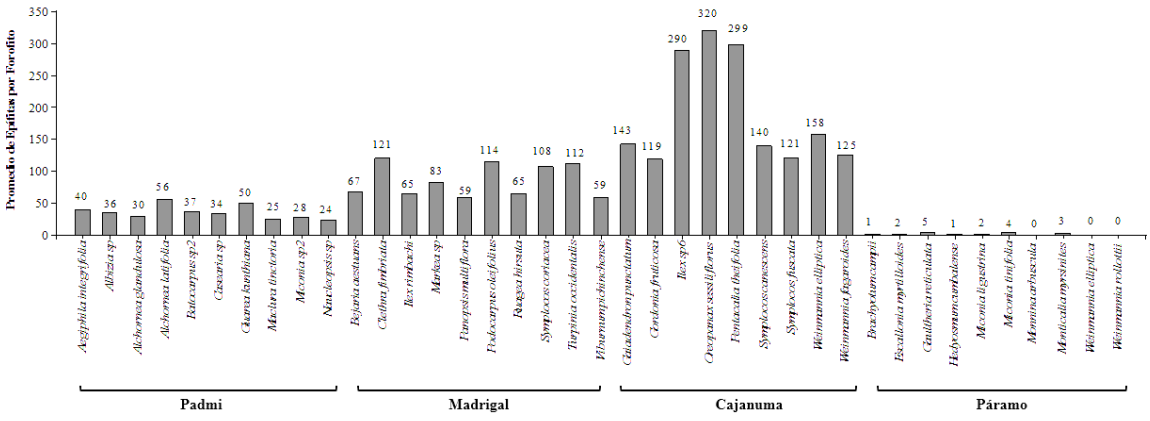


Figura 18. Promedio de especies de epifitas por forofito de las diez especies de forofitos con mayor promedio de epífitas en cada uno de los cuatro ecosistemas de la Región sur del Ecuador

4.1.4. Correlaciones de la presencia de epifitas en los cuatros sitios de estudios

Al estudiar la relación entre el número de individuos y el porcentaje de briófitos, como se puede observar en la Figura 19, existe una relación lineal entre estas dos variables ($p<0.0001$).

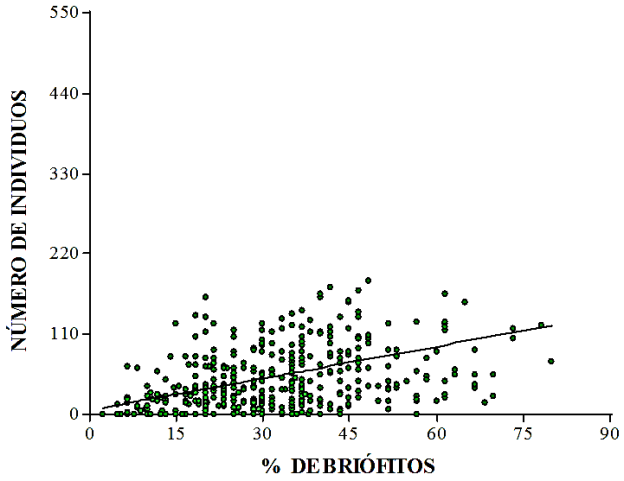


Figura 19. Relación entre el número de individuos de epífitas y el porcentaje de briófitas de cada forofito en los cuatro sitios de estudio de la Región Sur del Ecuador

En la Figura 20, se puede observar la relación existente entre número total de epífitas con el DAP y la altura de los forofitos. En los dos casos existe un patrón similar, donde conforme aumenta el DAP y la Altura existe mayor presencia de epifitas; además son estadísticamente significativos ($p=0.0015$ y $p=0.0001$ respectivamente).

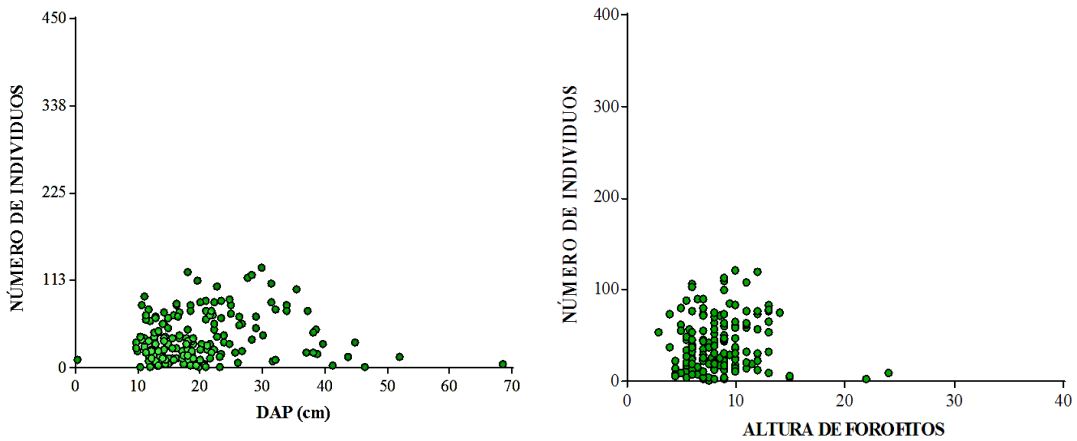


Figura 20. Relación entre el número de individuos de epífitas para las variables DAP y Altura de los forofitos de cuatro ecosistemas de la Región Sur del Ecuador.

4.2. Diversidad de Epífitas Vasculares (Bromelias y Helechos) en Cuatro Ecosistemas de la Región Sur del Ecuador.

4.2.1. Características estructurales de los forofitos

Se obtuvo un total de 15 forofitos seleccionados al azar para el muestreo de bromelias y helechos, 12 pertenecientes a los ecosistemas naturales (Cuadro 5) y tres a los sistemas antrópicos (Cuadro 6).

Cuadro 5. Variables estructurales, densidad, frecuencia y dominancia relativas e índice de valor de importancia (I.V.I.) de los forofitos seleccionados al azar dentro de cada subparcela

Sitio	Código parcela	Especie	DAP (cm)	Altura (m)	DR %	DoR %	FR %	IVI %
Padmi	B15	*Albizia sp*	45	35.4	4.6	6.05	33.3	48.4
Padmi	B16	*Iriartea deltoidea*	12.8	17	34.6	60.8	100	195.4
Padmi	B22	*Guarea kunthiana*	21.7	9.5	7.1	2.8	33.3	43.3
Madrigal	B5	*Turpinia occidentalis*	23.6	8	1.69	1.04	33.3	36.8
Madrigal	B7	*Clusia flavida*	15.9	6	9.5	1.5	100	111.06
Madrigal	B10	*Faramea coerulescens*	13.05	6	2	0.4	100	102.7
Cajanuma	B23	*Pentacalia theifolia*	28.01	10	1.8	1.02	33.3	36.1
Cajanuma	B24	*Weinmannia pubescens*	31.5	9	24.4	57.7	100	182.08
Cajanuma	B25	*Oreopanax sessiliflorus*	58.6	10	4	13.03	33.3	50.4
Páramo	B1	*Weinmannia fagaroides*	--	1.4	16.7	--	66.7	83.3
Páramo	B2	*Miconia ligustrina*	--	1.1	50	--	100	150
Páramo	B3	*Weinmannia fagaroides*	--	0.7	18.8	--	66.7	85.4

Cuadro 6. Características de los forofitos seleccionados fuera del bosque

Sitio	Código parcela	Especie	DAP (cm)	Altura (m)
Padmi	P1	*Cordia alliodora*	38,19	26
Madrigal	P2	*Alnus acuminata*	71,61	9
Cajanuma	P3	*Pinus patula*	20,7	6,5

Como puede observarse de los datos presentados en el Cuadro 5, se evidencia que la diversidad florística es diferente en cada sitio, no comparten especies, lo cual significa que se trata de cuatro ecosistemas diferentes. Además a pesar de estar relativamente cercanos espacialmente no comparten o tienen especies comunes.

4.2.2. Patrones de diversidad de epífitas

a. Distribución altitudinal

Se registraron un total de 1 062 individuos en los 12 forofitos de estudio, 441 individuos pertenecientes al grupo de las bromelias representadas por una familia y 18 especies y 621 individuos helechos agrupados 7 familias y 38 especies.

En los tres forofitos muestreados en el bosque natural de El Padmi se encontraron 142 individuos, de los cuales 62 fueron helechos pertenecientes a dos familias, seis géneros y nueve especies y 80 individuos fueron bromelias agrupadas en una familia, tres géneros y tres especies. Dentro de este ecosistema los IVI más altos son para la especie *Niphidium crassifolium* y *Greigia sp.*

En el Madrigal, se registraron 157 individuos epífitos, 59 pertenecientes a helechos distribuidos en cuatro familias, seis géneros y ocho especies y 98 individuos pertenecientes a bromelias en una familia, dos géneros y cuatro especies. *Racinaea schumanniana* y *Polypodium latissimun* es la especies con mayor IVI en este ecosistema.

En Cajanuma, se encontró la mayor abundancia con 734 individuos, de los cuales 500 pertenecieron al grupo de los helechos en seis familias, 10 géneros y 20 especies y las bromelias con 234 individuos en una familia, cuatro géneros y siete especies. En este sitio las especies con altos IVI son *Polypodium latissimun* y *Asplenium sessifolium*

El Páramo presentó la menor abundancia de los cuatro bosques con 29 individuos pertenecientes al grupo de las bromelias distribuidos en una familia, un género y dos especies. La especie con *Racinaea* sp 2 presentó el mayor IVI.

Los promedios de abundancia de bromelias en los cuatro ecosistemas de estudio estadísticamente no presenta diferencias en el número de individuos (prueba de Kruskal-Wallis $p<0.5763$), sin embargo la riqueza de bromelias entre los cuatro ecosistemas si presentan diferencias significativas (prueba de Kruskal-Wallis $p<0.0001$), lo cual se puede observar en la Figura 21.

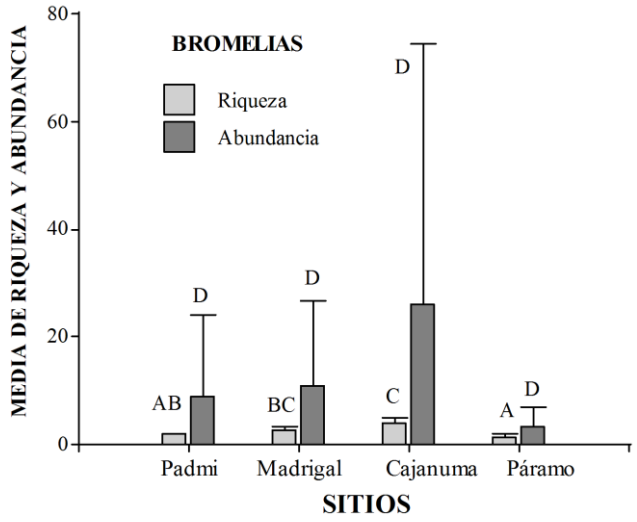


Figura 21. Media de riqueza y abundancia de bromelias en forofitos de cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05)

En el caso de los helechos tanto la abundancia como la riqueza presentan diferencias significativas en los cuatro ecosistemas de estudio (prueba de Kruskal-Wallis p<0.0001) siendo Cajanuma el sector que presento valores más altos y el Páramo los valores más bajos, lo cual se puede observar en la Figura 22.

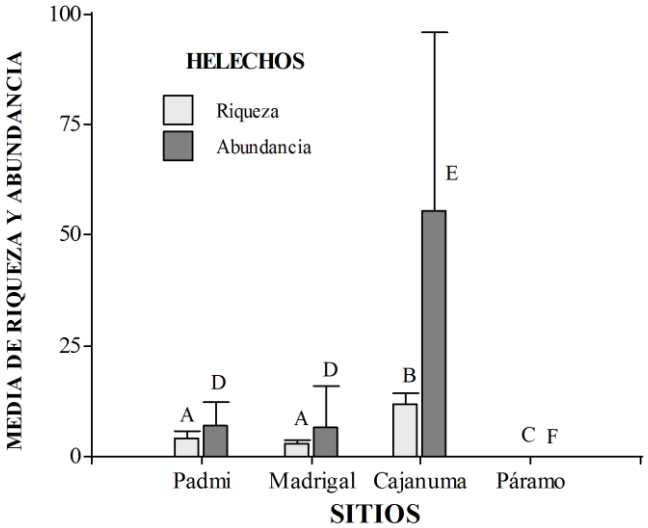


Figura 22. Media de riqueza y abundancia de helechos en forofitos de cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, P<0.05)

Con relación a la abundancia y riqueza de las epifitas en áreas fuera de bosque, se encontró un total de 37 individuos. Siendo la plantación de Laurel ubicada en el Padmi

donde se registraron el mayor número de bromelias (23 en total) en una familia y cuatro especies. En la plantación de Aliso se registraron únicamente un individuo de la especie *Tillandsia biflora* y en la plantación de Pino tres individuos de la especie *Tillandsia complanata* pertenecientes a la familia Bromeliaceae. Como se puede apreciar en la Figura 23 estadísticamente los promedios de abundancia y riqueza de bromelias no presentan diferencias en las tres plantaciones (prueba de Kruskal-Wallis $p<0.4286$ y $p<0.0357$ respectivamente).

En el caso de los helechos, estos solo se presentaron en la plantación de Laurel con un total de 10 individuos pertenecientes a dos familias y dos especies. Igualmente estos promedios de abundancia y riqueza de helechos no presentan diferencias estadísticas en las tres plantaciones (prueba de Kruskal-Wallis $p<0.2500$ y $p<0.0357$ respectivamente).

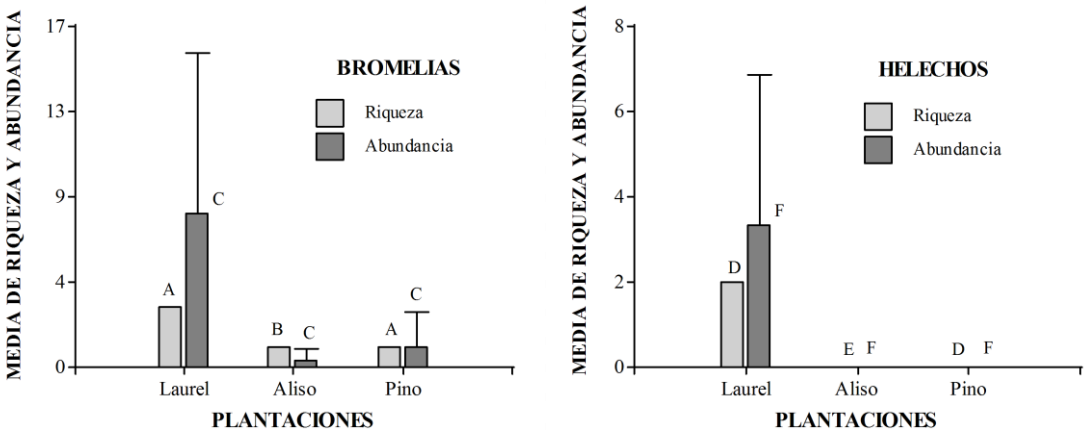


Figura 23. Media de riqueza y abundancia de bromelias y helechos en forofitos de cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, $P<0.05$)

- **Exclusividad**

En cada uno de los cuatro ecosistemas de estudio se encontró especies exclusivas. Se registró un total de 45 especies. En el Padmi se registraron 11, en el Madrigal 9, 24 en Cajanuma y una en el Páramo. En el Cuadro 7 se presentan los nombres científicos de las especies exclusivas.

Cuadro 7. Especies exclusivas de bromelias y helechos en los cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador.

EL PADMI	EL MADRIGAL	CAJANUMA	EL PÁRAMO
BROMELIAS			
Greigia sp. *Pitcairnia trianae* *Vriesea seemannii*	*Racinaea schumanniana* *Racinaea sp 1* *Tillandsia biflora* *Tillandsia orbicularis*	*Guzmania sibudoyorum* *Racinaea adpressa* *Tillandsia confinis* *Vriesea fragrans* *Vriesea sp.* *Tillandsia complanata*	*Racinaea sp 2*
HELECHOS			
Bolbitis lindigii *Diplazium ambiguum* *Elaphoglossum doanense* *Elaphoglossum sp 1* *Grammitis sp 1* *Niphidium sp.* *Polypodium ptilorhizon* *Polypodium sp.*	*Elaphoglossum leprosum* *Elaphoglossum sp 2* *Hymenophyllum trichomanoides* *Melpomene vernicosa* *Polypodium remotum*	*Ascogrammitis loxensis* *Ascogrammitis sp.* *Asplenium cuspidatum* *Blechnum fraile* *Campyloneurum angustifolium* *Elaphoglossum lingua* *Elaphoglossum curvans* *Elaphoglossum glessum* *Elaphoglossum lloense* *Elaphoglossum pala* *Elaphoglossum rimbachia* *Elaphoglossum sp 3* *Grammitis alsopteris* *Grammitis variabilis* *Hymenophyllum fucoides* *Lellingenia sp.* *Melpomene occidentalis* *Polypodium bolivianum*	

Dentro de la plantación de Laurel también se encontraron especies registradas solamente en este lugar, en este caso fueron tres, *Nephrolepis pendula*, *Tillandsia sp*. y *Guzmania fuscispica*.

- **Diversidad Alfa**

La diversidad alfa analizada con el índice de Shannon-Wiener, indicó que solamente el Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes, Sector Cajanuma presenta una diversidad Alta, en la Figura 24 se puede observar el índice de cada ecosistema.

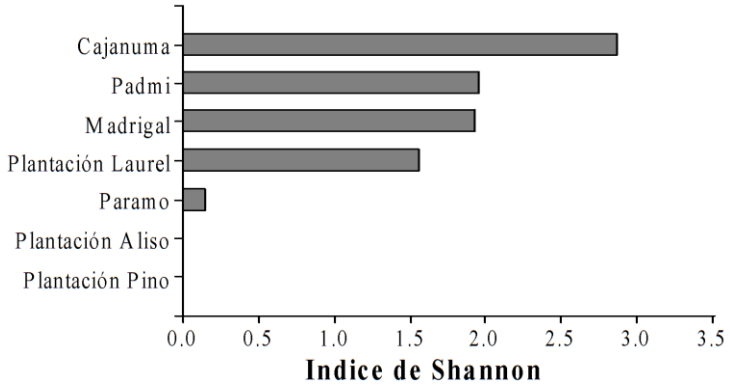


Figura 24. Diversidad alfa de los bosques naturales y sistemas antrópicos de la Región Sur del Ecuador

- **Diversidad Beta**

La diversidad beta analizada con el índice se Sorence, en el Cuadro 8 se puede apreciar que entre los ecosistemas naturales a medida que aumentan de altitud disminuye su similitud.

Cuadro 8. Diversidad beta calculada para los cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador

Sitio	Padmi	Madrigal	Cajanuma	Paramo
Padmi	1	82,75	61,53	28,57
Madrigal		1	77,27	21,05
Cajanuma			1	13,79
Paramo				1

Entre el bosque del Padmi y el Madrigal solamente se encontró una especie en común, *Niphidium crassifolium*, entre el bosque del Madrigal y Cajanuma tres especies, *Asplenium sessifolium, Polypodium latissimun* y *Vriesea fragrans* y entre Cajanuma y el Páramo hubo una sola especie en común *Racinaea seemannii*.

b. Distribución vertical

La distribución vertical de los forofitos está representada por tres secciones. Los tres forofitos muestreados en El Padmi. En la sección uno, registraron un total de 33 individuos en siete especies, en esta sección las especies con mayor densidad pertenecen al grupo de los helechos, *Pitcairnia trianae* con 36 % y *Niphidium crassifolium* con 27 %. En la sección dos hubo un total de 20 individuos en seis especies, las especies con mayor densidad fueron *Greigia sp* (35 %) en el grupo de las bromelias y *Elaphoglossum sp* (30 %) en el grupo de los helechos. Y en la sección tres se registró 89 individuos en

siete especies, en esta sección las especies con mayor densidad fueron bromelias, *Greigia sp* con 39 % y Pitcairnia trianae con 22 %.

En la sección uno, de los tres forofitos del Madrigal, se registró únicamente dos individuos en dos especies de helechos, *Hymenophyllum trichomanoides* y *Niphidium crassifolium*. En la sección dos se registró 30 individuos en siete especies, las especies con mayor densidad fueron *Racinaea sp* 1 con 36 % del grupo de las bromelias y *Polypodium latissimun* con 33 % del grupo de los helechos. Y la sección tres con un total de 125 individuos en nueve especies, siendo las bromelias de especie *Racinaea schumanniana* con 40 %, la que mayor densidad presenta en la sección.

En Cajanuma, la sección uno de los tres forofitos presenta un total de 96 individuos en 10 especies, siendo los helechos *Asplenium cuspidatum* con 26 % y *Hymenophyllum fucoides* con 24 %, los que mayor densidad presentan. En la sección dos los helechos también presentaron la mayor densidad, *Hymenophyllum fucoides* con 43 % y *Campyloneurum angustifolium* con 39 %, y en la sección tres se registró un total de 392 individuos en 18 especies, siendo *Vriesea fragrans* (18 %) y *Racinaea adpressa* (14 %) las bromelias con mayor densidad.

Finalmente, en el Páramo, la sección uno no presentó individuos. En la sección dos se registró nueve individuos de bromelias siendo *Racinaea sp* 2 (88 %) la que presento mayor densidad y en la sección tres con un total de 20 individuos del grupo de las bromelias, todos de la misma especie *Racinaea sp* 2.

Al analizar la distribución vertical de las epífitas en cada sitio revela la preferencia de las bromelias y helechos en ciertas secciones del forofito. En la sección uno se destacó los helechos, ya que estos obtuvieron las mayores densidades en cada sitio, en la sección dos hubo una distribución equitativa, ya que los helechos y las bromelias obtuvieron las mayores densidades de la sección y en la sección tres se destacó la presencia de bromelias siendo estas la familia que mayor densidad presento en cada sitio (Figura 25).

Figura 25. Distribución vertical de epífitas. (A) Presencia de bromelias en la sección tres. (B) Distribución equitativa de bromelias y helechos en la sección dos del forofito. (C) Preferencia de ubicación de helechos en la sección uno del forofito

Mediante la aplicación de la prueba de análisis de varianza, la media de abundancia de bromelias en cada sección del forofito por en cada sitio de estudio, estadísticamente presenta diferencias significativas (p=0.0006) lo cual se puede apreciar en la Figura 26.

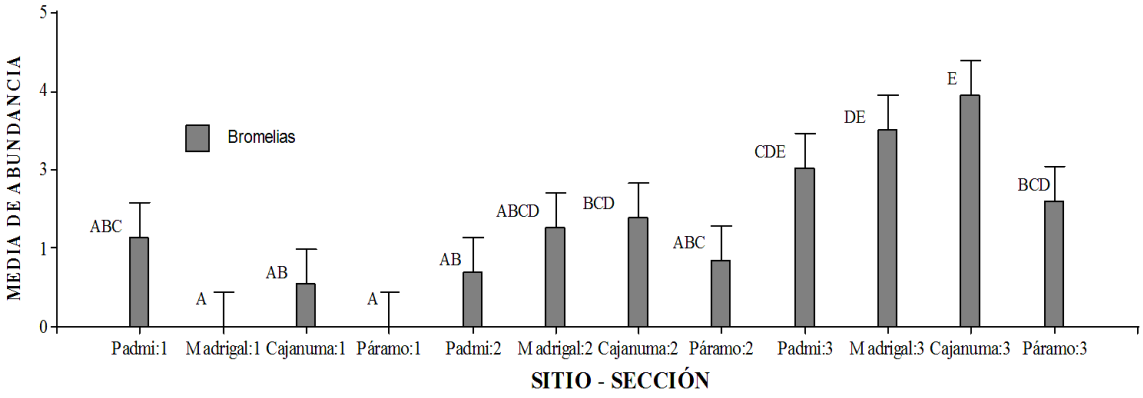


Figura 26. Media de abundancia de bromelias en las secciones de los forofitos muestreados en cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba LSD de Fisher, P<0.05).

En el caso de la helechos, la varianza entre las secciones por sitio también presenta diferencias significativas (p=0.0005), (Figura 27).

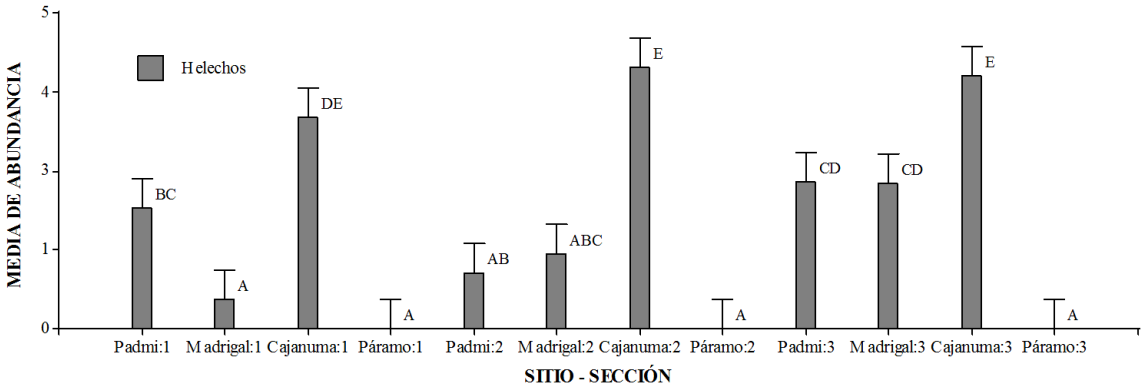


Figura 27. Media de abundancia de helechos en los forofitos muestreados en cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba LSD de Fisher, P<0.05).

- **Exclusividad**

La exclusividad de especies en las tres secciones de los forofitos solamente se registró en tres de los cuatro ecosistemas naturales de la región sur del Ecuador. Siendo Cajanuma el sitio donde se reportó mayor número de especies exclusivas. El Cuadro 9 presenta una lista de las especies exclusivas en cada una de las secciones verticales.

Cuadro 9. Especies exclusivas de bromelias y helechos en los en cada una de las secciones verticales en los cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador.

PADMI	MADRIGAL	CAJANUMA
SECCIÓN 1		
Diplazium ambiguum *Niphidium sp.* *Polypodium sp.*	*Hymenophyllum trichomanoides*	*Asplenium cuspidatum* *Blechnum fraile*
SECCIÓN 2		
Elaphoglossum sp 1	*Tillandsia orbicularis* *	*Ascogrammitis loxensis* *Elaphoglossum lingua* *Elaphoglossum curvans* *Elaphoglossum rimbachia* *Grammitis alsopteris* *Lellingenia sp.* *Tillandsia complanata* * *Vriesea fragrans* *
SECCIÓN 3		
Elaphoglossum doanense *Vriesea seemannii* *	*Elaphoglossum leprosum* *Melpomene vernicosa* *Polypodium remotum* *Tillandsia biflora* *	*Elaphoglossum glessum*

Especies con * significa que pertenece al ensamble de bromelias

c. Distribución horizontal

Las secciones definidas para las ramas son diferentes en riqueza y abundancia, en esta distribución se registraron 797 individuos pertenecientes a 6 familias 36 especies. La sección dos que corresponde a la parte central de la rama muestra los valores más altos de riqueza de especies con el 38 % del total, la sección uno con el 28 % del total de las especies y que corresponde a la parte más interna y sombreada de la rama, caso contrario ocurre con la sección tres que es la parte terminal de la rama y el lugar más luminoso de la misma y presenta una riqueza de especies equivalente al 23 %. La abundancia de epífitas se distribuye de manera similar a la riqueza presentando la mayor abundancia en la sección central y la menor abundancia en la sección terminal, en este caso en la sección tres.

La abundancia de los helechos y las bromelias presentó una resultado particular que indica la distribución de las mismas en el dosel. Los helechos presentan mayor abundancia en el en la primera sección con el 60 %, en la sección dos y tres las bromelias presentaron mayor abundancia con el 70 y 75 % respectivamente siendo estas dos secciones las más expuestas a la luz.

En la Figura 28 se puede apreciar como estadísticamente los promedios de abundancia de bromelias y helechos en las secciones horizontales del forofito no presentaron diferencias entre estos (prueba de Kruskal–Wallis $p<0.8925$ para bromelias y $p<0.2353$ para helechos).

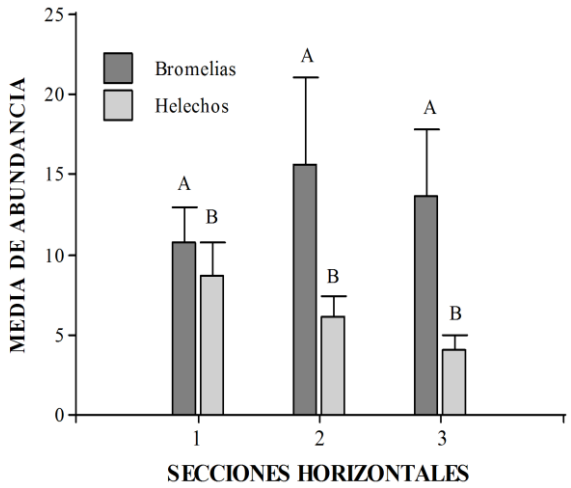


Figura 28. Promedios de abundancia de bromelias y helechos en las secciones horizontales de los forofitos. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba Kruskall - Wallis, $P<0.05$)

- **Exclusividad**

En estas tres secciones se registró un total de 7 especies exclusivas. En la sección uno hay tres especies de helechos, *Elaphoglossum* sp 2, *Polypodium ptilorhizon* y *Polypodium bolivianum*. La sección dos también cuenta con tres especies exclusivas *Racinaea seemannii, Polypodium latissimun* y *Tillandsia complanata* y en la sección tres solamente hay una especie de bromelias *Vriesea seemannii*.

d. Similitud florística entre forofitos.

La presencia de epífitas también difiere dependiendo del tipo de forofito en el que se encuentre. Los 12 forofitos seleccionados al azar dentro de cada subparcela presentaron diferencias en abundancia, riqueza y diversidad, como se detalla en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Parámetros ecológicos (Abundancia, riqueza y diversidad) de los doce forofitos muestreados en la Región Sur del Ecuador

SITIO	ESPECIE DE FOROFITO	ABUNDANCIA DE EPÍFITAS		RIQUEZA	DIVERSIDAD
		Bromelias	Helechos		
PADMI	*Albizia sp.*	15	21	4	1.104
	Alchornea latifolia	15	32	8	1.97
	Guarea kunthiana	50	9	6	1.144
MADRIGAL	*Turpinia occidentalis*	40	36	7	1.711
	Clusia flavida	9	4	5	1.378
	Faramea coerulescens	49	19	5	1.88
CAJANUMA	*Pentacalia theifolia*	67	140	18	2.105
	Weinmannia pubescens	8	103	12	2.013
	Oreopanax sessiliflorus	159	257	18	2.563
PÁRAMO	*Weinmannia fagaroides*	11	0	1	0
	Miconia ligustrina	4	0	1	0
	Weinmannia fagaroides	14	0	2	0.257

Estadísticamente, mediante análisis de varianza, los promedios de abundancia de helechos presentaron diferencias significativas entre los 12 forofitos ($p<0.0001$), en la Figura 29 se puede ver la similitud entre los forofitos según la riqueza de especies. En el caso de la abundancia de bromelias, estas no presentaron diferencias entre los forofitos ($p<0.8316$).

En cuanto a los resultados del análisis de riqueza y diversidad demostraron que si existen diferencias significativas entre los forofitos ubicados en los cuatro sitios de estudio (prueba de Kruskal – Wallis, $p<0.0002$ para la riqueza y $p<0.0002$ para la diversidad).

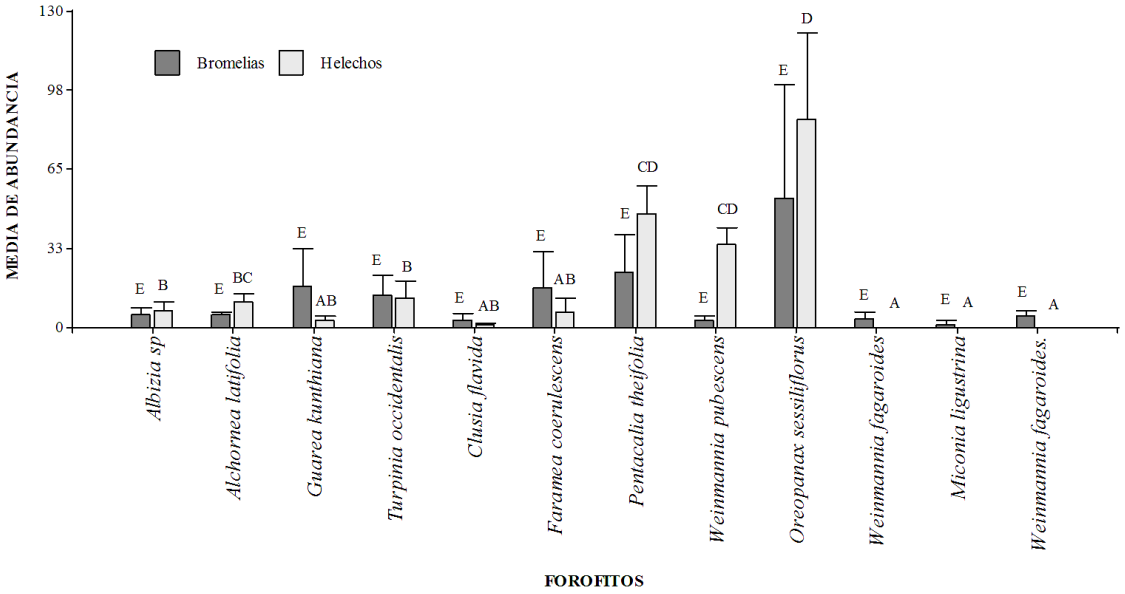


Figura 29. Promedios de abundancia de bromelias y helechos en los 12 forofitos muestreados en cuatro ecosistemas naturales de la Región Sur del Ecuador. Letras iguales indican que no existe diferencia entre medias (Prueba LSD de Fisher, $P<0.05$).

5. DISCUSIÓN

A continuación se presentan un breve análisis de los aspectos más importantes del este trabajo investigativo. La discusión se centra por un lado en el proceso metodológico seguido en este estudio; y por otro lado en analizar y evaluar las implicaciones de los resultados de obtenidos.

5.1. Aspectos Metodológicos de los Estudios de Epifitas

En general la mayoría de estudios de la diversidad florística y en especial de las epifitas inician con la generación de información que sirve como línea de base para futuros estudios (Werner 2009, Cuesta *et al*., 2009) ya sea para evaluar cambios en la composición y de los ecosistemas donde están desarrollándose estas especies, así como para generar estrategias de manejo para los ecosistemas.

La generación de líneas de base de epífitas han sido un aspecto muy estudiado durante las últimas décadas especialmente en el neotrópico por sus altas tasas de biodiversidad (Gentry y Dodson, 1987; Alzate y Cardona, 2000; Barthlott *et al*., 2001 Arévalo y Betancur, 2004; Mondragón *et al*., 2006; Cascante *et al*., 2008; Bataghin *et al*., 2010; Díaz *et al*., 2010; Araujo *et al*., 2011). Sin embargo, en el Ecuador este tipo de investigaciones de larga data todavía es incipiente (Cuesta *et al*., 2009). En la mayoría de estos estudios de epifitas ha sido muy común utilizar la metodología propuesta por Johansson (1974), la misma que centra su estudio en la selección de forofitos y estas a su vez son estratificadas en secciones tanto verticales como horizontales, para posteriormente evaluar en cada una de estas la diversidad, la presencia, la abundancia, etc. de epífitas. Pero también existen otras metodologías como por ejemplo la propuesta por Kuper *et al*. (2004), quien se basa en una comparación indirecta con catálogos existentes en las zonas de estudio.

Por ello, para este estudio se usó la metodología de Johansson (1974), debido a que esta propuesta metodológica es una de las más usadas en el mundo y sobre todo se adapta a los ecosistemas, además que permite la colecta de datos que sustentan análisis complejos. Sin embargo, en el estudio de las epífitas de la Región Sur del Ecuador a más de evaluar cuatro ecosistemas con diferentes altitudes y diferentes estructuras florísticas; también se usaron parcelas permanentes lo cual difiere con las metodologías anteriormente analizadas, pues estas últimas únicamente seleccionan individuos aislados. El uso de

parcelas permanentes tiene ciertas ventajas, por un lado disponer de espacios fijos para futuros estudios no solo florísticos (p,ej., dinámica, taxonomía, etc.); y por otro lado estudiar cambios en patrones, en desplazamientos, en evolución, etc., de grupos de interés (Lozano *et al.*, 2003). Permitiendo un monitoreo continuo con una metodología estandarizada, que posibilita entender la importancia de la diversidad de especies en el funcionamiento de los ecosistemas y adaptarse al cambio climático.

La combinación de la técnica de Johansson (1974), con la utilización de parcelas permanentes, puede ser una técnica metodológica eficiente, y sobre todo aplicable a diferentes ecosistemas boscosos; pues permitió obtener datos reales de la abundancia y riqueza de las epífitas en cada forofito, en vista que al momento de acceder al dosel se pueden registrar la totalidad de epífitas, aspecto muy difícil hacerlo cuando se observa desde el suelo (Arévalo y Betancur, 2004).

5.2. Abundancia de Ensambles de Epífitas

La cantidad de individuos de epifitas registrada en los tres ecosistemas boscosos estudiados en la región sur del Ecuador presento un patrón dominado por un incremento en la densidad conforme se asciende en altitud; estos resultados generales coinciden con los registrados por otros investigadores quienes estudiaron en los andes neotropicales de Colombia, Perú y Bolivia (p.ej., Gentry y Dodson, 1987; Alzate y Cardona, 2000; Arévalo y Betancur, 2004; Küper *et al*., 2004). Sin embargo este patrón común para los ecosistemas boscosos, no se presentó en el ecosistema Páramo, donde la densidad de epífitas disminuyo drásticamente; este comportamiento inusual, posiblemente sea debido al fenómeno de la sequía fisiológica característica del páramo, ya que el agua a pesar de existir en grandes cantidades en el suelo tiene una alta presión osmótica, temperaturas bajas, que hace poco factible que esté disponible para los forofitos (Eguiguren y Ojeda, 2009).

Con relación a la abundancia de helechos, bromelias y orquídeas, se evidencio un patrón similar al promedio de las epifitas independiente del sitio de estudio, es decir los tres ensambles conforme aumentaba la altitud el número de individuos también se incrementaba.

Sin embargo la densidad de helechos difiere levemente del patrón antes mencionado, pues se registró similar densidad entre el ecosistema del Padmi (húmedo tropical), y el

localizado en el sitio el madrigal (bosque montano bajo), a diferencia de la densidad del sitio Cajanuma (bosque montano alto) que prácticamente duplica en los promedias de densidad de los dos sitios anteriores. Este comportamiento puede estar relacionado con los altos niveles de precipitación que se registran en Cajanuma; por ello es prioritario profundizar estudios funcionales y fisiológicos para conocer en profundidad las causas de estas diferencias en abundancia de helechos.

La abundancia de bromelias en los cuatro sitios de este estudio está caracterizado por dos comportamientos: el primero donde se evidencia bajos promedios de densidades de este grupo, ello ocurre en el sitio el Padmi y el Páramo; y el segundo dominado por altas densidades de bromelias en los sitios intermedios de altitud (en este caso Madrigal y Cajanuma). Esta diferencia marcada en densidades, posiblemente sea debido a una preferencia de hábitats específicos; pues según (Galeano, 2009; Arevalo y Betancourt, 2004) las bromelias prefieren hábitats con gran cantidad de luz, por ello siempre se las encuentra en mayor abundancia en las copas de los forofitos que están mayormente expuestos a la luz. Así mismo en el páramo existe menos densidad de bromelias ya que los hospederos no brindan un soporte para el adecuado desarrollo de este ensamble de especies.

En cambio la abundancia de orquídeas presentó un patrón caracterizado por un incremento proporcional en función de la altitud; es decir la densidad de orquídeas registradas en el sitio Madrigal fue el casi el doble del sitio el Padmi, y la densidad de Cajanuma duplico los valores del Madrigal. Esta tendencia posiblemente sea explicado por el incremento de las precipitaciones pues es conocido que las lluvias en Cajanuma son mayores a las registradas en los dos sitios de menor altitud; además la distribución de este grupo de epifitas es equitativa en todas las secciones de los forofitos, en razón que estas se apuntan a los diferentes microclimas existentes en cada una de las secciones (Romero *et al*., 2008; Sanchez *et al*., 2004; Damon, 2003). El comportamiento antes descrito difiere de lo que se registró en el páramo, donde hay menos densidad de orquídeas, básicamente debido a que los hospederos no brindan un soporte para el adecuado desarrollo de este ensamble de especies.

Con respecto a la presencia de epifitas en función a las briofitas, se encontró una estrecha relación entre estas dos variables; debido principalmente a que la presencia de musgos, líquenes y hepáticas al estar ampliamente distribuidos sobre el forofito forman coberturas

densas, condición que asegura la acumulación de humedad, aspecto clave para asegurar procesos ecológicos tales como la reproducción, crecimiento, etc. Este hábito y comportamiento de las briofitas contribuye al establecimiento de un gran número de epifitas.

5.3. Diversidad de Bromelias y Helechos

- **Riqueza**

La riqueza de especies de bromelias y helechos registrada en los cuatro sitios de estudio presenta un patrón común similar a lo encontrado con la densidad; es decir presenta una tendencia de incremento conforme se asciende en altitud; estos resultados concuerdan con lo que encontró Arévalo y Betancourt (2004) y Hernandez (2000) para ecosistemas tropicales de Colombia y Venezuela respectivamente. Sin embargo, la riqueza de helechos registrada en el sitio el Madrigal fue levemente menor a la registrada en el Padmi, a pesar de estar localizada 1200 msnm más arriba que el Padmi. Esta situación no esperada posiblemente sea debida a que los individuos muestreados en el Madrigal fueron forofitos jóvenes en comparación con los árboles maduros del Padmi; sin embargo procesos investigativos que consideren estos temas y mayores intensidades de muestreo son necesarios para llegar a conclusiones más precisas.

- **Abundancia**

Con relación a la abundancia de especies de bromelias y helechos, se registró un patrón similar al encontrado para la riqueza. Pero las diferencias entre los sitios fueron mucho más alta. Por ejemplo la abundancia de bromelias registradas en Cajanuma fue prácticamente el doble que las registradas en los dos sitios de menor altitud; y la abundancia de helechos del sitio Cajanuma fue casi cinco veces mayor a los encontrados en el Madrigal y el Padmi.

Tanto la riqueza como la abundancia del páramo son mucho menor a los otros sitios, aspecto que también fue registrado por otros estudios, entre ellos el estudio de Eguiguren y Ojeda (2009), Salinas y Guzman (2010).

- **Distribución vertical de bromelias y helechos**

La distribución vertical de las epífitas encontradas revela un patrón característico, en el que se observa la preferencia de especies por una sección en especial; así por ejemplo las

bromelias a pesar de estar presente en todas las secciones, en la sección tres presenta mayor frecuencia y densidad. Este comportamiento se da posiblemente por el resultado de adaptaciones morfológicas y fisiológicas que la hacen más resistente a las condiciones xerofíticas de las secciones más altas del bosque (Alzate y Cardona, 2000; Krömer *et al*., 2007); por lo tanto, el alto número de individuos de esta familia en la sección tres, se debe a la disponibilidad de área para colonizar (Galeano, 2009). Además en secciones altas la velocidad del viento y la radiación solar aumentan a medida que asciende el dosel, y la humedad relativa disminuye, lo que propicia la formación de microclimas diferentes a los estratos del bosque (Alzate y Cardona, 2000).

En el caso de los helechos, en general la abundancia también aumenta a medida que los sitios se incrementan en altitud. Sin embargo el comportamiento de la abundancia entre secciones no está bien definido y no sigue un patrón común. Por ejemplo en los sitios del Padmi y Madrigal los helechos están presentes en mayor abundancia en la sección tres o coronas; lo que no ocurrió en Cajanuma donde existe mayor abundancia en la sección intermedia del forofito; esta diferencia en los patrones también fue registrada por Araujo *et al.* (2011), quien registro mayores abundancias en la base de los forofitos.

- **Exclusividad por secciones**

El número de especies exclusivas por secciones verticales no presente un patrón definido como ocurrió con la diversidad y abundancia de epifitas; este comportamiento también fue encontrado en el estudio realizado por Arzate y Cardona (2000). Pero en este estudio se evidencio que el sitio Cajanuma fue el que registro el mayor número de especies exclusivas (11 en total), y de ellas ocho se localizan en la sección dos; esta tendencia de acumulación de especies en esta sección y en este sitio posiblemente sea debido a la alta humedad atmosférica y al tamaño de los forofitos.

- **Distribución horizontal de bromelias y helechos**

Con relación a la distribución horizontal, se registró una clara dominancia de las bromelias en las tres secciones horizontales en comparación con los helechos; además a medida que la rama está más expuesta a la luz, la abundancia de helechos disminuye, en razón que estos tienes preferencias por zonas más húmedas y menos expuestas al sol; aspecto que fue también confirmado en el estudio de Arzate y Cardona 2000 y Kröme *et*

al., 2007. En cambio, las bromelias presentan mayor abundancia en la sección dos, debido a que esta sección existe mayor amplitud para colonizar que en las restantes secciones.

5.4. Implicaciones para el Manejo de Ecosistemas: perspectiva de manejo normal, y considerando el cambio climático.

El conocimiento de la ecología de grupos funcionales como por ejemplo las epifitas, como se dijo anteriormente no es muy común realizarlo en los trópicos y especialmente en el Ecuador, a pesar de la importancia ecológica de este grupo (Gentry y Dodson, 1987; Bataghin *et al*., 2010; Díaz *et al*., 2010). Pues como se demostró en este estudio la diversidad y abundancia están estrechamente relacionadas con variables tales como la altitud, la precipitación, la humedad, aspectos que son fundamentales a la hora de realizar procesos de planificación del manejo de ecosistemas.

Por otro lado, la generación de estudios de base, donde se conoce la aspectos básicos de la ecología de los ecosistemas, como por ejemplo densidad y diversidad; constituyen aspectos de vital importancia para diseñar e implementar estudios de largo plazo, los cuales no solo pueden ayudar a mejorar el manejo de estos ecosistemas, sino también son útiles para establecer las bases técnicas para estudiar los cambios y las dinámicas futuras; y sobre todo soportan las bases para estudiar in situ los impactos del Cambio Climático en la biodiversidad de este grupo funcional y de otros relacionados (Aguirre y Samaniego, 2013)

6. CONCLUSIONES

La abundancia de epifitas registrada en los tres ecosistemas boscosos estudiados en la región sur del Ecuador presentó un patrón dominado por un incremento en la densidad conforme se asciende en altitud. Sin embargo este patrón común para los ecosistemas boscosos, no se presentó en el ecosistema Páramo, donde la densidad de epífitas disminuyo drásticamente; posiblemente debido al fenómeno de la sequía fisiológica característica del páramo, ya que el agua a pesar de existir en grandes cantidades en el suelo tiene una alta presión osmótica, temperaturas bajas, que hace poco factible que esté disponible para los forofitos.

La abundancia de bromelias se caracterizó por dos comportamientos distintos, el primero por presentar bajos promedios de densidades en el Padmi y el Páramo; y el segundo dominado por altas densidades de bromelias en los sitios intermedios de altitud como el Madrigal y Cajanuma, estas diferencias marcadas son debido a la preferencia de hábitats específicos en los que influye la cantidad de luz ya que estas especies tienden a ser encontradas en mayor abundancia en las copas de los forofitos la cual está mayor expuesta a la luz, así mismo en el Páramo existe menos densidad de bromelias ya que los hospederos no brindan un soporte adecuado para el desarrollo de estas especies.

La presencia de epifitas en función a las briofitas presentó una estrecha relación ya que los musgos, líquenes y hepáticas al estar ampliamente distribuidos sobre los forofitos aseguran las condiciones de humedad, aspecto clave para asegurar los procesos ecológicos de las epífitas vasculares como la reproducción o crecimiento

Se evidenció un patrón característico de la distribución de las epífitas en las secciones verticales del forofito, las bromelias revelaron su preferencia por la corona de los forofitos donde se las encontró con mayor frecuencia y densidad, este comportamiento viene asociado a las adaptaciones morfológicas y fisiológicas que las hacen más resistentes a las condiciones xerofíticas de las secciones más altas del bosque.

En la distribución horizontal se registró una clara dominancia de las bromelias en las tres secciones en comparación con los helechos ya que a medida que la rama está más expuesta a la luz la abundancia de estos disminuye, en cambio, las bromelias presentan mayor abundancia en la sección dos, debido a que esta sección existe mayor amplitud para colonizar que en las restantes secciones.

7. RECOMENDACIONES

Utilizar los resultados obtenidos en el presente estudio como punto de partida para futuros monitoreos e investigaciones a largo plazo de la incidencia del cambio climático sobre la diversidad de epífitas y con ello generar propuestas a escala local y regional.

Instalar parcelas permanentes en la provincia de El Oro con el fin de extender el área de estudio en toda la Región Sur del Ecuador con la finalidad de generar información científica para elaboración de normativas de conservación y uso sustentable de los recursos naturales.

Realizar un estudio detallado de la presencia de especies de orquídeas en los forofitos muestreados en la presente investigación con el fin de obtener una línea base completa de la distribución vertical y horizontal de este grupo funcional en sus hospederos.

En los posteriores estudios que se realicen se deberá considerar datos climáticos como temperatura, humedad, precipitación de las estaciones que se encuentren cercanas a los cuatro sitios de estudio ubicados en la Región Sur del Ecuador con el fin de asociar variables climáticas con variables biofísicas.

Elaborar un catálogo fotográfico, que sirva de guía para posteriores investigadores en la identificación de epífitas vasculares en los cuatro sitios de estudio, puesto que se trata de una evaluación a largo plazo.

8. LITERATURA CITADA

Aguirre N. y Samaniego N., 2013. Bases ecológicas para la Restauración de ecosistemas degradados en la región sur del Ecuador, ante potenciales impactos del cambio climático. Proyecto de investigación. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

Aguirre Z. 2004. Diversidad florística de la provincia de Zamora Chinchipe. Loja, Ecuador. 14 p.

Aguirre Z. 2006. Estructura y funcionamiento de los ecosistemas en el ambiente. Loja, Ecuador. 54 p.

Aguirre Z. y N. Aguirre. 1999. Guía práctica para realizar estudios de comunidades vegetales. Loja, Ecuador. 30 p.

Alzate F. y F. Cardona. 2000. Patrones de distribución de epífitas vasculares en "Robledales". Medellín, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín 53(1): 969-983.

Arana M. y C. Blanco. 2011. Helechos y licofitas del centro de la Argentina. Río Cuarto, Argentina. 86 p.

Araujo A., R. Cuevas, F. Miranda, A. Antezana, A. Poma y N. Flores. 2011. Diversidad de plantas vasculares en dos sitios del Bosque Yungueño Subandino Pluvial, Apolobamba, Bolivia. Kempffiana 7(2): 3-18.

Araújo M., Rahbek C. 2006. How Does Climate Change Affect Biodiversity? Science 313: 1396–1397.

Arévalo R. y J. Betancur. 2004. Diversidad de epífitas vasculares en cuatro bosques del sector suroriente de la serranía de Chiribiquete, Guayana Colombia. Caldasia 26(2): 359-380.

Aviles M. y P. Jorgensen. 2005. Diversidad de la flora vascular epífita en dos rangos altitudinales. La Paz, Bolivia. 1p.

Barreno E y S. Pérez-Ortega. 2013. Los líquenes y el medio. 30 p.

Barthlott W., V. Schmit-Neuerburg, J. Nieder y S. Engwald. 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 p.

Bataghin F., F. Barros y J. Rodríquez. 2010. Distribuição da comunidade de epífitas vasculares em sítios sob diferentes graus de perturbação na Floresta Nacional de Ipanema, São Paulo, Brasil. Revista Brasil. Bot., 33 (3): 501-512.

Bertzky M., C. Ravilious, A. Araujo, V. Kapos, D. Carrión. 2011. Carbono, biodiversidad y servicios ecosistémicos: explorando los beneficios múltiples. Ecuador. 24 p.

Buytaert W., Cuesta-Camacho F., Tobón C. 2011. Potential impacts of climate change on the environmental services of humid tropical alpine regions. Global Ecology and Biogeography 20: 19–33.

Carranza J., J. Estévez. 2008. Ecología de la polinización de BROMELIACEAE en el dosel de los bosques neotropicales de montaña. 10 p.

Cascante A., J Wolf, J. Gerard, B. Oostermeijer, y J. C. M. den Nijs. 2008. Establishment of epiphytic bromeliads in successional tropical premontane forests in Costa Rica. BIOTROPICA 40 (4): 441–448.

Casenava J. 2001. Estructura Gremial y organización de un ensamble de aves del Desierto del Monte. Buenos Aires, Argentina. 19 p.

CDB (Convenio sobre la diversidad biológica), 2007. Cambio climático. 45 p.

Comisión Europea, 2009. Cambio Climático en América Latina. 120 p.

Contreras M., R. Rosa, J. Arévalo, K. Sánchez, L. Jiménez, P. Castillo y M. Hidalgo. 2008. Gradientes en biodiversidad: el caso de la latitud. 6 p.

Cordero D. 2011. Los bosques en América Latina. Ecuador. 24 p.

Cuesta F. y C. Chiriboga. 2010. Indicadores de evaluación del impacto de cambio climático sobre la biodiversidad de los países de la comunidad andina. Quito, Ecuador. 102 p.

Cuesta F., M. Peralvo y N. Valarezo. 2009. Los Bosques montanos de los Andes Tropicales. Quito, Ecuador. 73 p.

Cuesta F., M. Peralvo, Valarezo N. 2009. Los bosques montanos de los Andes Tropicales. Programa Regional Ecobona-Intercooperation, Agencia Suiza para la cooperación y el desarrollo (COSUDE): Quito, Lima, La Paz.

Damon A. 2003. Las epífitas. Ecosistemas y comunidades: procesos naturales y sociales de los bosques. ECOfronteras 18: 17 – 22.

Díaz A., K. Sieving, M. Peña-Foxon, J. Larraín y J. Armesto. 2010. Epiphyte diversity and biomass loads of canopy emergent trees in Chilean temperate rain forests: A neglected functional component. Forest Ecology and Management 259. 1490–1501.

Díaz I., K. Sieving, M. Peña, J. Larraín y J. Armesto. 2010. Epiphyte diversity and biomass loads of canopy emergent trees in Chilean temperate rain forests: A neglected functional component. Forest Ecology and Management 259: 1490-1501.

Dullinger S., Gattringer A., Thuiller W., Moser D., Zimmermann N.E., Guisan A., Willner W., Plutzar C., Leitner M., Mang T., Caccianiga M., Dirnböck T., Siegrun E., Fischer A., Lenoir J., Svenning J.-C., Psomas A., Schmatz D.R., Silc U., Vittoz P., Hülber K. 2012. Extinction debt of high-mountain plants under twenty-first-century climate change. Nature Climate Change doi:10.1038/nclimate1514.

Eguiguren P. y T. Ojeda. 2009. Línea base para el monitoreo a largo plazo del impacto del cambio climático, sobre la diversidad florística en una zona piloto del ecosistema Páramo del Parque Nacional Podocarpus. Loja, Ecuador. 109 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2009. Situación de los bosques del mundo. Roma, Italia. 176 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2011. Situación de los bosques en el mundo. Roma, Italia. 193 p.

Feeley K., Silman M. 2010. Land-use and climate change effects on population size and extinction risk of Andean plants. Global Change Biology 16: 3215–3222.

FMAM (Fondo Mundial para el Medio Ambiente). 2009. Un nuevo clima para los bosques: Intervención del FMAM en favor de la ordenación forestal sostenible. 32 p.

Galeano C. 2009. Caracterización ecológica de la comunidad epífita (BROMELIACEAE y ORQUIDACEAE), en bosque andino de Quercus humboldtii Bonpland, Santander, Colombia. Universidad de Córdova 93 p

García J. y T. Toledo. 2008. Epífitas vasculares: Bromelias y orquídeas. Pp. 69-83. En: Manson R., V. Hernández, S. Gallina y K. Mehltreter (Eds) Agroecosistemas cafetaleros de Veracruz. México.

Gentry C y H. Dodson. 1987. Diversity and Biogeography of Neotropical Vascular Epiphytes. Annals of the Missouri Botanical Garden. 74: 205-233 p.

Gottfried M., Pauli H., Futschik A., Akhalkatsi M., Barancok P., Benito Alonso J.L., Coldea G., et al. 2012. Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. Nature Climate Change 2: 111–115.

Granados D., G. López, M. Hernández, A y Sánchez. 2003. Ecología de plantas epífitas. México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 9(2): 101-111. 12 p.

Guidice G., J. Ramos, M. Luján, A. Yañes y E. Sota. 2011. Diversidad de helechos y licofitas de la reserva natural Punta Lara, Buenos Aires, Argentina. Revista de Biología Tropical 59(3): 1037-1046.

Günter S, M. Weber, B. Stimm y R. Mosandl. 2008. Silviculture in the tropics. Germany. 547 p.

Hernández R. 2000. Patrones de distribución de las epífitas vasculares y arquitectura de los forofitos de un bosque húmedo tropical del alto Orinoco, EDO. Amazonas, Venezuela. Acta Biológica 20(3): 43-60.

Herrán C. 2012. Programa ONU-REDD: la contribución de los países en desarrollo para frenar el cambio climático. México. 7p

Herzog S., R. Martinez, P. Jorgensen y H. Tiessen. 2012. Cambio climático y biodiversidad en los Andes Tropicales. Paris. 426 p.

Higuera D. 2003. Diversidad y distribución vertical de epífitas vasculares en árboles de dosel de la isla Mocagua. Colombia.

Higuera D. y J. Wolf. 2010. Vascular epiphytes in dry oak forests show resilience to anthropogenic disturbance, Cordillera Oriental, Colombia. Caldasia 32(1): 161-174.

IPCC. 2002. Cambio climático y biodiversidad. 93 p.

IPCC. 2007. Cambio climático: Informe de síntesis. Ginebra, Suiza, 104 págs.

IPCC. 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contrigution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC University Press

Johansson D. 1974. Ecology of vascular epiphytes in West African rain forest. Uppsala, Sweden. 141 p.

Jørgensen, P. M. y S. León-Yánez. 1999. Catalogue of the vascular plants of Ecuador. Monographs of Systematic Botany of the Missouri Botanical Garden 75: i–viii, 1–1182.

Kessler M., J. Grytnes, S. Halloy, J. Kluge, T. Krömer, B. León, M. Macía y K. Young. 2009. Gradientes de diversidad vegetal: Patrones y Procesos Locales. 20 p.

Krömer T., R. Gradstein y A. Acebey. 2007. Diversidad y ecología de epífitas vasculares en bosques montanos primarios y secundarios de Bolivia. Ecología en Bolivia 42(1): 23-33.

Küper W., H. Kreft, J. Nieder, N. Köster y W. Barthlott. 2004. Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. Germany. Journal of Biogeography 31: 1477–1487.

Lázaro S, 2008. Aspectos positivos y negativos del cambio climático en España. Causas, consecuencias y respuestas. España. 29 p.

Lozano P. 2004. Tipos de bosques en el sur del Ecuador. 21 p.

Lozano P., T. Delgado y Z. Aguirre. 2003. Estado actual de la flora endémica exclusiva y su distribución en el occidente del Parque Nacional Podocarpus. Loja, Ecuador. 180 p.

MAE (Ministerio del Ambiente), EcoCiencia y Unión Mundial para la Naturaleza UICN. 2000. Biodiversidad del Ecuador. 378 p.

MAE (Ministerio del Ambiente). 2010. Cuarto informe nacional para el convenio sobre la diversidad biológica. Quito, Ecuador. 293 p.

MAE (Ministerio del Ambiente). 2012 a. Línea base de deforestación del Ecuador Continental. 34 p.

MAE (Ministerio del Ambiente). 2012 b. Sistemas de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental. 143 p.

MAE (Ministerio del Ambiente). 2014. Quinto informe nacional para el convenio sobre la biodiversidad biológica. Quito, Ecuador. 110 p

Martínez N., M. Pérez y A. Flores. 2008. Estratificación vertical y preferencia de hospedero de las epífitas vasculares de un bosque nublado de Chiapas, México. Revista de Biología Tropical 56 (4): 2069-2086.

Mondragón D., D. Villa, G. Escobedo y A. Franco. 2006. La riqueza de bromelias a lo largo de un gradiente altitudinal en Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. Naturaleza y Desarrollo 4(2).

Moreno C. 2001. Métodos para medir la Biodiversidad. 86 p.

Nadkarni N. y R. Solano. 2002. Potential effects of climate change on canopy communities in a tropical cloud forest: an experimental approach. Community Ecology 131: 580-586.

Naranjo E. y T. Ramírez. 2009. Composición florística, estructura y estado de conservación del bosque nativo de la quinta el Padmi, Provincia de Zamora Chinchipe. Ecuador. 235 p.

Nieder J., J. Prosperí y G. Michaloud. 2001. Epiphytes and their contribution to canopy diversity. Forestry Sciences 69: 51-63.

Nitzanim N., T. García y G. Gómez. 2009. Estructura y composición de la comunidad de orquídeas en dos zonas de la Reserva Natural "La Montaña del Ocaso" Quimbaya-Quindío. Armenia, Colombia. rev. invest. univ. quindio (19): 122- 134.13 p.

Pearson R. G. 2006. Climate change and the migration capacity of species. Trends in Ecology & Evolution 21: 111–113.

Pérez C., B. Locatelli, R. Vignola y P. Imbach. 2011. Importancia de los bosques tropicales en las políticas de adaptación al cambio climático. Turrialba, Costa Rica. 8 p.

REDD (reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal). 2012. Ecuador, un resumen de REDD. Ecuador.7p

Richter M. y A. Moreira. 2004. Heterogeneidad climática y diversidad vegetacional en el sur de Ecuador: un método de fitoindicación. Rev. peru. biol. 12(2): 000- 000. 23p.

Romero J., A. Serna, A. López, J. García, A. Mendoza, et al. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. 8 p.

Salinas K. y Ventimilla D., 2010. Patrones de diversidad de anuros en el ecosistema páramo del Parque Nacional Podocarpus. Tesis previa a la obtención del título de Ingeniero en Manejo y Conservación del Medio Ambiente. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador. 70 pp.

Salinas L y P. Guzmán. 2010. Patrones de diversidad florística en función de la gradiente altitudinal de los páramos del Parque Nacional Podocarpus. Loja, Ecuador. 15 p.

Sánchez D., G. López, M. Hernández y A. Sánchez. 2003. Ecología de las plantas epífitas. Revista Chapingo 9 (2): 101-111.

Sánchez O y Rosales C. 2002. Dinámica poblacional en el bosque nublado del parque nacional Podocarpus, sector Cajanuma. Tesis previa a la obtención del título de ingeniero forestal. Universidad nacional de Loja. Loja, Ecuador. 68 pp

Sánchez, A. 2000. Composición y distribución de las epífitas vasculares en el Bosque Húmedo Premontano del Paquee Nacional Podocarpus. Tesis Ing. Forestal. Carrera de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Loja. Ecuador. 64 p.

SEC (Comisión de Comunidades Europeas). 2008. Afrontar los desafíos de la deforestación y la degradación forestal para luchar contra el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Bruselas, Bélgica. 16 p.

Semarnat (Secretaría del medio ambiente y recursos naturales). 2009. Cambio climático, ciencia, evidencia y acciones. México. 97 p.

SENPLADES (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo). 2010. Agenda zonal para el buen vivir. Propuestas de dsarrollo y lineamientos para el ordenamiento territorial. Quito, Ecuador. 102 p.

Sierra A., Cavieres L. 2010. Summer freezing resistance decreased in high-elevation plants exposed to experimental warming in the central Chilean Andes. Oecologia 163: 267–276

Sierra R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Quito, Ecuador.

Tejero J. 2009. Los helechos epífitos: Adaptaciones en Polypodiaceae. Iztacala, México. 14 p.

UNEP (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2000. Conservación y aprovechamiento sustentable de los bosques tropicales húmedos de América Latina y el Caribe. Lima, Perú. 18 p.

Van den Berg E., 2009. La flora alpina asciende hacia las cimas a causa del calor. (en línea) revista National Geographic España. Consultado el 15 de Noviembre del 2012. Disponible en:http://www.nationalgeographic.com.es/articulo/ng_magazine/actualidad/7401/flora_alpina_asciende_hacia_las_cimas_causa_del_calor.html

Viccon J. 2009. Riqueza y composición florística de las epífitas vasculares del bosque Mesófilo de montaña de las localidades de Atzalán y Zongolica, Veracruz. Tesis Biólogo. Facultad de Biología, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz. 188 p.

Werner F. 2009. Effects of human disturbance on epiphyte assemblages in the Andes of Ecuador. Biodiversity and Ecology, 2: 164 p.

Zavaleta E., Shaw M., Chiariello N., Mooney H., Field C. 2003. Additive effects of simulated climate changes, elevated CO2, and nitrogen deposition on grassland diversity. Proceedings of the National Accademy of Sciences of the United States of America 100: 7650–7654.

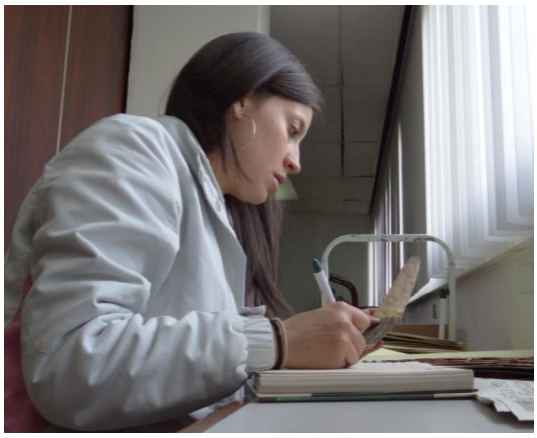
9. ANEXOS

Anexo 1. Métodos empleados durante la investigación

Escalamiento de forofitos en el Padmi

Registro de datos en el Páramo

Identificación de especies en la UNL



Identificación de especies en la PUCE

Montaje de muestras en el Herbario de la Universidad Nacional de Loja

Anexo 2. Principales especies registradas en los cuatro ecosistemas que fueron estudiadas.

El Padmi

Niphidium crassifolium (L.) Lellinger	*Grammitis* sp.
Polypodium ptilorhizon Christ	*Tillandsia complanata* Benth.
Pitcairnia trianae André	*Greigia* sp.

El Madrigal

Niphidium crassifolium (L.) Lellinger

Polypodium latissimum R.C. Moran & B. Øllg

Elaphoglossum leprosum (Kuhn) Christ

*Elaphoglossum firmum (*Mett. ex Kuhn) Urb.

Elaphoglossum engelii (H. Karst.) Christ

Racinaea schumanniana (Wittm.) J.R. Grant

Tillandsia biflora var. cruenta André ex Wittm.

Vriesea fragrans (André) L.B. Sm.

Cajanuma

Polypodium latissimum R.C. Moran & B. Øllg.

Asplenium cuspidatum Lam.

Blechnum fraile (Liebm.) C.Chr.

Lellingenia sp.

Polypodium remotum Desv.	*Elaphoglossum lingua* (C. Presi) Brack
Elaphoglossum curvans (Kunze) A. Rojas	*Elaphoglossum lingua* (C. Presi) Brack
Hymenophyllum fucoides SW.	*Ascogrammitis* sp.

Grammitis sp.

Elaphoglossum curvans (Kunze) A. Rojas

Niphidium sp.

Racinaea seemannii (Baker) M.A. Spencer & L.B.Sm.

Vriesea fragrans (André) L.B. Sm.

Tillandsia confinis L.B.Sm.

Racinaea schumanniana (Wittm.) J.R. Grant

Anexo 3. Base de datos de ensambles de epifitas en los cuatro ecosistemas estudiados.

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
PADMI	BsPa02	15	Y558	*Sapium marmierí*	16.93	18	16	2	0	31.7
PADMI	BsPa02	15	Y559	*Aparisthmium cordatum*	38.58	35	18	25	10	31.7
PADMI	BsPa02	15	Y562	*Triplaris cumingiana*	14.77	19	0	0	0	2.3
PADMI	BsPa02	15	Y564	*Aparisthmium cordatum*	22.47	27	0	11	2	28.3
PADMI	BsPa02	15	Y564A	*Iriartea deltoidea*	12.19	7	0	0	0	5.3
PADMI	BsPa02	15	Y567	*Sorocea trophoides*	20.56	24	8	7	3	31.7
PADMI	BsPa02	15	Y568	*Miconia* sp2	17.63	14	11	17	0	43.3
PADMI	BsPa02	15	Y570	*Ficus cuatrecasana*	35.78	24.5	7	0	0	9.7
PADMI	BsPa02	15	Y573	*Terminalia amazónica*	14.26	19	7	16	0	61.7
PADMI	BsPa02	15	Y574	*Inga acreana*	39.79	19	16	6	2	56.7
PADMI	BsPa02	15	Y575	*Albizia* sp	45.04	35.4	15	21	0	23.3
PADMI	BsPa02	15	Y576	*Aparisthmium cordatum*	38.83	28	6	27	1	18.3
PADMI	BsPa02	15	Y577	*Sorocea trophoides*	13.37	13	1	10	3	30.0
PADMI	BsPa02	15	Y578	*Alchornea glandulosa*	18.21	21.4	11	15	9	14.7
PADMI	BsPa02	15	Y579	*Beilschmiedia* sp	12.89	15	7	6	0	20.0
PADMI	BsPa02	15	Y579A	*Iriartea deltoidea*	14.64	9	3	1	0	9.0
PADMI	BsPa02	15	Y580	*Inga acreana*	13.24	21	6	5	1	45.0
PADMI	BsPa02	15	Y581	*Maclura tinctoria*	21.01	15	9	13	3	38.3
PADMI	BsPa02	15	Y582	*Aparisthmium cordatum*	24.76	24	3	4	2	28.3
PADMI	BsPa02	15	Y585	*Alchornea glandulosa*	37.05	21	7	37	3	21.7
PADMI	BsPa02	15	Y586	*Aparisthmium cordatum*	19.89	26	6	6	2	17.3
PADMI	BsPa02	15	Y587	*Casearia* sp	13.11	24	6	16	2	17.7
PADMI	BsPa02	16	Y588	*Casearia* sp	11.78	15	8	32	4	51.7
PADMI	BsPa02	16	Y590	*Grias peruviana*	19.80	19	5	18	8	21.7
PADMI	BsPa02	16	Y591	*Iriartea deltoidea*	12.73	13.5	1	18	2	11.0
PADMI	BsPa02	16	Y592	*Aegiphila integrifolia*	19.00	32	9	31	0	20.0
PADMI	BsPa02	16	Y594	*Iriartea deltoidea*	13.37	7.5	0	9	0	8.3
PADMI	BsPa02	16	Y594A	*Psychotria* sp	19.10	24	0	0	1	6.7
PADMI	BsPa02	16	Y595	*Cecropia montana*	17.57	10	3	10	0	19.0
PADMI	BsPa02	16	Y597	*Sapium marmierí*	22.44	18.5	8	21	1	36.7
PADMI	BsPa02	16	Y598	*Rollinia dolichopetala*	11.78	16	6	12	0	25.0
PADMI	BsPa02	16	Y599	*Grias peruviana*	43.93	30	8	3	1	22.3
PADMI	BsPa02	16	Y602	*Iriartea deltoidea*	11.17	11	2	8	2	40.0
PADMI	BsPa02	16	Y603	*Iriartea deltoidea*	14.23	21	3	1	0	28.3
PADMI	BsPa02	16	Y604	*Iriartea deltoidea*	10.50	10	0	0	0	33.3
PADMI	BsPa02	16	Y605	*Jacaratia digitata*	11.81	10	5	3	0	25.0
PADMI	BsPa02	16	Y606	*Aparisthmium cordatum*	13.43	10	0	15	1	36.7
PADMI	BsPa02	16	Y610	*Miconia* sp	17.51	29	4	11	3	56.7
PADMI	BsPa02	16	Y611	*Alchornea glandulosa*	18.49	10	2	4	1	43.3
PADMI	BsPa02	16	Y612	*Alchornea latifolia*	17.22	11.5	15	32	17	48.3
PADMI	BsPa02	16	Y613	*Alchornea latifolia*	43.93	16	14	20	14	36.7

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
PADMI	BsPa02	16	Y614	*Grias peruviana*	40.43	19	5	6	2	41.7
PADMI	BsPa02	16	Y615	*Ficus pertusa*	12.73	12	1	18	4	31.7
PADMI	BsPa02	16	Y859	*Sapium marmierí*	14.67	6	4	15	2	28.3
PADMI	BsPa02	16	YR047	*Iriartea deltoidea*	12.83	17	5	0	1	10.0
PADMI	BsPa02	16	YR048	*Iriartea deltoidea*	14.74	15	3	12	1	6.7
PADMI	BsPa02	16	YR050	*Iriartea deltoidea*	20.44	12	1	8	2	8.3
PADMI	BsPa02	16	YR050A	*Iriartea deltoidea*	46.47	37	1	1	0	6.7
PADMI	BsPa02	22	Y812	*Inga acreana*	36.29	23	1	4	0	30.0
PADMI	BsPa02	22	Y813	*Grias peruviana*	10.50	6	0	0	0	38.0
PADMI	BsPa02	22	Y814	*Sapium marmierí*	36.61	23	2	4	0	20.0
PADMI	BsPa02	22	Y815	*Claricia racemosa*	109.18	8.5	0	2	0	36.7
PADMI	BsPa02	22	Y817	*Guarea kunthiana*	21.71	9.5	50	9	17	58.3
PADMI	BsPa02	22	Y818	*Inga edulis*	26.74	18	2	4	0	31.7
PADMI	BsPa02	22	Y819	*Grias peruviana*	12.73	7	12	2	0	30.0
PADMI	BsPa02	22	Y820	*Caryodendron orinocense*	12.45	10	1	3	1	12.7
PADMI	BsPa02	22	Y821	*Sapium marmierí*	23.30	28	4	9	4	36.7
PADMI	BsPa02	22	Y822	*Guarea* sp	50.32	22	0	9	0	26.0
PADMI	BsPa02	22	Y823	*Naucleopsis* sp	28.43	20	3	9	12	25.0
PADMI	BsPa02	22	Y824	*Batocarpus* sp2	15.09	16	2	3	2	41.7
PADMI	BsPa02	22	Y825	*Grias peruviana*	10.28	14	2	0	0	36.7
PADMI	BsPa02	22	Y826	*Caryodendron orinocense*	17.92	17.5	0	0	0	7.7
PADMI	BsPa02	22	Y827	*Grias peruviana*	12.75	10	6	2	1	35.0
PADMI	BsPa02	22	Y828	*Sorocea trophoides*	41.48	20	2	8	22	46.7
PADMI	BsPa02	22	Y830	*Caryodendron orinocense*	10.57	19	1	4	1	29.3
PADMI	BsPa02	22	Y832	*Batocarpus* sp2	38.20	24	0	12	55	36.7
PADMI	BsPa02	22	Y833	*Guarea kunthiana*	26.45	20	14	8	1	45.0
PADMI	BsPa02	22	Y834	*Caryodendron orinocense*	13.69	18	0	2	0	25.7
PADMI	BsPa02	22	Y835	*Batocarpus* sp1	34.06	24	1	8	0	28.3
PADMI	BsPa02	22	Y836	*Guarea* sp	31.83	18	4	1	5	33.3
PADMI	BsPa02	22	Y839	*Sorocea trophoides*	36.96	27	2	2	0	43.3
PADMI	BsPa02	22	Y840	*Aparisthmium cordatum*	68.75	34	0	10	0	20.0
PADMI	BsPa02	22	Y841	*Iriartea deltoidea*	16.87	5	0	4	1	43.3
PADMI	BsPa02	22	Y843	*Grias peruviana*	16.23	16.5	0	3	2	38.3
PADMI	BsPa02	22	Y845	*Grias peruviana*	125.41	15	0	7	0	51.7
PADMI	BsPa02	22	YR840	*Caryodendron orinocense*	14.36	16	1	0	0	2.3
PADMI	Inter01Pa	1	PP98	*Cordia alliodora*	0.43	24	0	0	0	36.0
PADMI	Inter01Pa	1	PP105	*Cordia alliodora*	25.53	16	5	0	2	35.0
PADMI	Inter01Pa	1	PP116	*Cordia alliodora*	29.35	17	0	0	0	40.0
PADMI	Inter01Pa	1	PP118	*Cordia alliodora*	28.39	19	1	0	0	30.0
PADMI	Inter01Pa	1	PP102	*Cordia alliodora*	15.92	18	3	0	3	35.0
PADMI	Inter01Pa	1	PP100	*Cordia alliodora*	28.01	21	2	0	0	36.7
PADMI	Inter01Pa	1	PP91	*Cordia alliodora*	17.95	15	0	0	0	16.7
PADMI	Inter01Pa	1	PP89	*Cordia alliodora*	31.83	21	10	1	25	20.0

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
PADMI	Inter01Pa	1	PP92	*Cordia alliodora*	38.20	26	22	11	5	28.3
PADMI	Inter01Pa	1	PP88	*Cordia alliodora*	35.01	19	1	1	11	31.7
PADMI	Inter01Pa	1	PP73	*Cordia alliodora*	20.75	18	6	3	27	28.3
PADMI	Inter01Pa	1	PP87	*Cordia alliodora*	0.34	22	23	10	2	26.7
PADMI	Inter01Pa	1	PP86	*Cordia alliodora*	22.29	18	2	0	21	21.7
PADMI	Inter01Pa	1	PP85	*Cordia alliodora*	31.51	14	0	0	0	25.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM001	*Ilex rupicola*	9.87	8	18	6	14	50.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM002	*Ilex rupicola*	10.28	8.5	15	7	3	30.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM003	*Ilex rupicola*	11.46	9	19	12	4	28.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM004	*Hyeronima macrocarpa*	26.74	12	11	17	35	24.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM005	*Cyathea caracasana*	11.46	7.5	9	11	0	23.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM006	*Ilex rupicola*	13.34	10	9	9	0	40.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM007	*Podocarpus oleifolius*	16.30	15	25	11	13	35.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM008	*Hedyosmum purpurascens*	14.01	13	17	18	1	53.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM009	*Weinmannia fagaroides*	15.60	13	29	11	12	25.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM010	*Cinchona officinalis*	12.73	6	3	6	29	36.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM011	*Podocarpus oleifolius*	35.01	6	4	6	7	30.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM012	*Symplocos bogotensis*	14.01	7	4	9	2	20.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM013	*Ilex rimbachi*	14.96	7	31	9	38	14.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM014	*Ruagea hirsuta*	14.01	3	19	8	3	26.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM015	*Hedyosmum purpurascens*	18.75	11	41	18	19	38.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM016	*Symplocos bogotensis*	15.34	8	15	12	29	41.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM017	*Symplocos coriacea*	21.01	11	48	17	40	46.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM018	*Faramea coerulescens*	12.73	5.5	29	17	41	53.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM019	*Hedyosmum purpurascens*	13.37	5.5	2	14	1	13.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM020	*Bejaria aestuans*	25.78	8	22	12	33	17.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM021	*Clusia flavida*	11.46	5.5	5	12	21	15.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM022	*Turpinia occidentalis*	23.55	8	40	36	36	20.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM023	*Schefflera ferruginea*	23.24	7	17	4	0	13.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM024	*Ruagea hirsuta*	28.97	13	42	26	37	18.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM025	*Ilex rimbachi*	10.50	8	6	9	15	10.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM026	*Podocarpus oleifolius*	12.73	9	18	10	7	35.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM027	*Viburnum pichinchense*	15.28	7.5	6	7	5	50.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM028	*Miconia theaezans*	10.50	7	12	6	0	51.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM029	*Markea* sp	14.64	5.5	11	18	62	28.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM030	*Palicourea heterochroma*	14.32	5.5	18	7	31	30.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM031	*Palicourea heterochroma*	11.46	4	4	7	16	61.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM032	*Ruagea hirsuta*	10.82	7	12	5	15	30.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM033	*Ilex* sp	12.10	7.5	17	8	17	25.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM034	*Faramea coerulescens*	29.60	9.5	7	9	4	30.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM035	*Faramea coerulescens*	14.32	12	32	16	16	25.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM036	*Oreopanax* sp	22.22	10	34	23	55	38.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM037	*Oreopanax* sp	16.23	9	26	23	22	21.7

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
MADRIGAL	BsMn02	5	AM038	*Myrsine andina*	10.50	7	13	17	6	25.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM039	*Clusia flavida*	10.19	5.5	6	9	0	13.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM040	*Symplocos coriacea*	12.73	6	31	18	18	40.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM041	*Weinmannia fagaroides*	17.19	8	38	10	12	31.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM042	*Ilex* sp	15.28	7	17	12	16	55.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM043	*Faramea coerulescens*	16.87	5	49	26	49	61.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM044	*Faramea coerulescens*	20.05	6.5	30	13	18	63.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM045	*Symplocos bogotensis*	21.65	6	6	12	15	36.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM046	*Faramea coerulescens*	10.50	4.5	24	19	11	70.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM047	*Ilex rimbachi*	21.01	6.5	60	30	47	35.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM048	*Miconia* sp3	10.50	7	19	3	5	15.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM049	*Ilex nervosa*	10.50	5.5	23	9	19	58.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM050	*Miconia* sp3	11.14	5.5	14	5	4	12.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM051	*Ilex nervosa*	14.71	6	10	5	2	18.3
MADRIGAL	BsMn02	5	AM052	*Ilex rimbachi*	12.10	7	37	8	21	20.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM053	*Faramea coerulescens*	20.69	5	25	10	21	30.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM054	*Weinmannia fagaroides*	11.20	5.5	15	17	12	61.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM055	*Clusia flavida*	10.50	6	11	12	10	34.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM056	*Faramea coerulescens*	9.99	4	38	19	19	46.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM057	*Ilex nervosa*	26.87	5.7	43	24	40	36.7
MADRIGAL	BsMn02	5	AM058	*Podocarpus oleifolius*	14.42	9	48	19	35	30.0
MADRIGAL	BsMn02	5	AM059	*Podocarpus oleifolius*	14.32	9	11	2	28	23.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM060	*Podocarpus oleifolius*	16.87	6	10	1	26	28.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM061	*Ilex nervosa*	17.19	5.5	27	2	1	23.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM062	*Oreopanax* sp	9.87	7	14	9	11	33.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM063	*Ruagea hirsuta*	22.28	14	68	18	37	30.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM064	*Oreopanax* sp	18.46	8.5	30	9	24	35.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM065	*Viburnum pichinchense*	18.78	7	25	9	35	43.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM066	*Viburnum pichinchense*	19.10	9	30	11	17	28.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM067	*Ilex nervosa*	18.46	6	21	9	6	40.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM068	*Podocarpus oleifolius*	16.87	8	33	17	36	33.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM069	*Cyathea caracasana*	12.73	3	5	10	0	20.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM070	*Clusia flavida*	15.92	6	9	4	6	16.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM071	*Podocarpus oleifolius*	14.64	6.5	47	0	3	33.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM072	*Clusia flavida*	9.87	5.5	9	2	0	23.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM073	*Viburnum pichinchense*	12.10	5.5	10	5	20	36.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM074	*Ilex nervosa*	14.96	6	21	19	15	63.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM075	*Ilex nervosa*	16.23	6	13	17	6	66.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM076	*Ilex nervosa*	14.32	6.2	13	6	3	25.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM077	*Faramea coerulescens*	10.19	5	2	0	1	36.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM078	*Podocarpus oleifolius*	52.20	6	26	12	26	26.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM079	*Palicourea heterochroma*	10.82	4.5	5	0	1	28.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM080	*Podocarpus oleifolius*	108.54	7	224	96	78	43.3

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
MADRIGAL	BsMn02	7	AM081	*Palicourea heterochroma*	12.10	5	9	11	2	46.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM082	*Palicourea heterochroma*	10.82	5.5	1	0	0	43.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM083	*Oreopanax* sp	26.10	9	25	9	18	23.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM084	*Oreopanax* sp	18.46	8	19	8	6	23.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM085	*Ilex* sp	23.87	9	32	26	21	16.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM086	*Beilschmiedia* sp	12.41	6	26	11	12	25.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM087	*Ilex nervosa*	14.32	7	31	1	4	21.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM088	*Faramea coerulescens*	10.50	4	19	0	0	20.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM089	*Ilex nervosa*	10.50	8	19	1	0	20.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM090	*Clusia flavida*	14.64	8.5	16	1	3	36.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM091	*Ilex nervosa*	17.83	7.5	15	2	0	26.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM092	*Symplocos coriacea*	15.92	11	16	3	8	16.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM093	*Clusia flavida*	13.69	7	12	1	4	11.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM094	*Symplocos coriacea*	23.55	8	35	18	13	23.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM095	*Myrsine andina*	13.05	5.5	10	4	2	26.7
MADRIGAL	BsMn02	7	AM096	*Hedyosmum purpurascens*	12.10	5.5	0	0	0	30.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM097	*Hedyosmum purpurascens*	13.37	6	16	4	10	20.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM098	*Ruagea hirsuta*	13.69	7	31	11	22	23.3
MADRIGAL	BsMn02	7	AM099	*Ilex nervosa*	9.87	5.5	25	0	0	25.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM100	*Symplocos coriacea*	11.14	6	59	0	18	20.0
MADRIGAL	BsMn02	7	AM101	*Ilex nervosa*	13.05	7	35	1	9	46.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM102	*Oreopanax* sp	10.19	4.5	12	0	2	23.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM103	*Cyathea caracasana*	15.37	8	17	10	2	43.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM104	*Miconia* sp3	18.14	7.8	50	9	12	26.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM105	*Podocarpus oleifolius*	37.24	10	72	17	29	33.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM106	*Palicourea heterochroma*	11.78	5.5	41	8	18	18.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM107	*Clethra fimbriata*	27.69	9	82	31	48	20.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM108	*Viburnum pichinchense*	13.05	7	42	30	43	25.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM109	*Dendrophorbium* sp	20.05	6	20	10	5	45.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM110	*Miconia micropetala*	12.10	5.5	13	1	2	20.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM111	*Guettarda hirsuta*	14.01	8	38	6	18	28.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM112	*Clethra fimbriata*	18.46	10	33	25	22	18.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM113	*Panopsis multiflora*	13.05	5.5	27	9	23	56.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM114	*Symplocos coriacea*	12.10	7.5	18	1	3	20.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM115	*Cyathea caracasana*	14.01	4.5	2	59	4	6.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM116	*Cyathea caracasana*	14.96	5.5	19	45	0	8.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM117	*Cyathea caracasana*	14.32	5.5	5	32	2	10.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM118	*Prunus opaca*	32.15	7.5	33	6	19	31.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM119	*Prunus opaca*	29.92	7	22	4	11	40.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM120	*Graffenrieda harlingii*	22.60	9.5	10	3	13	23.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM121	*Guettarda hirsuta*	21.01	4.5	8	20	26	30.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM122	*Meriania* sp	12.41	7	7	11	17	26.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM123	*Meriania* sp	9.87	3.5	10	0	3	23.3

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
MADRIGAL	BsMn02	10	AM124	*Myrsine andina*	14.64	8	16	2	9	43.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM125	*Faramea coerulescens*	13.05	6	50	19	13	45.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM126	*Myrsine andina*	12.41	7.5	27	6	27	31.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM127	*Symplocos coriacea*	34.06	8.5	40	12	75	61.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM128	*Ilex nervosa*	30.56	5.5	17	1	1	38.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM129	*Meriania* sp	14.32	6.5	3	0	1	15.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM130	*Weinmannia fagaroides*	13.69	6	29	10	27	20.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM131	*Cyathea caracasana*	12.10	5.5	9	5	1	26.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM132	*Nectandra laurel*	12.41	5.5	8	0	6	45.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM133	*Markea* sp	12.41	5.5	29	21	24	33.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM134	*Podocarpus oleifolius*	61.43	8	204	95	68	30.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM135	*Miconia micropetala*	10.19	7.5	13	1	4	36.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM136	*Miconia micropetala*	21.96	7	7	7	8	25.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM137	*Cyathea caracasana*	13.37	3	10	2	0	10.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM138	*Clusia flavida*	13.05	6	40	5	15	21.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM139	*Ilex rimbachi*	10.19	6.5	12	0	4	16.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM140	*Weinmannia fagaroides*	19.74	11.5	17	4	3	13.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM141	*Hyeronima macrocarpa*	11.14	5.5	20	1	13	16.7
MADRIGAL	BsMn02	10	AM142	*Hyeronima macrocarpa*	18.14	8	23	6	18	13.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM143	*Graffenrieda harlingii*	22.60	6	20	6	13	18.3
MADRIGAL	BsMn02	10	AM144	*Ruagea hirsuta*	10.82	10	17	6	12	25.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM145	*Ilex nervosa*	16.23	5.5	67	19	46	20.0
MADRIGAL	BsMn02	10	AM146	*Myrsine andina*	10.19	5.5	14	0	3	19.0
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM001	*Alnus acuminata*	28.33	7.5	0	0	0	28.3
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM002	*Alnus acuminata*	24.51	9	0	0	0	26.7
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM003	*Alnus acuminata*	14.96	9.5	0	0	0	21.7
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM004	*Alnus acuminata*	14.64	10	0	0	0	16.7
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM005	*Alnus acuminata*	22.28	7	0	0	0	18.3
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM006	*Alnus acuminata*	71.62	9	1	0	0	56.7
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM007	*Alnus acuminata*	15.28	8	0	0	0	21.7
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM008	*Alnus acuminata*	22.28	8.2	0	0	0	20.0
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM009	*Alnus acuminata*	15.92	12	0	0	0	10.0
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM010	*Alnus acuminata*	14.64	11.5	0	0	0	16.7
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM011	*Alnus acuminata*	15.92	5	0	0	0	16.7
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM012	*Alnus acuminata*	19.26	11	0	0	0	13.3
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM013	*Alnus acuminata*	14.64	10	0	0	0	12.3
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM014	*Alnus acuminata*	11.78	9.2	0	0	0	5.0
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM015	*Alnus acuminata*	14.01	10	0	0	0	15.0
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM016	*Alnus acuminata*	10.19	9	0	0	0	13.3
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM017	*Alnus acuminata*	17.51	12.5	0	0	0	16.7
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM018	*Alnus acuminata*	12.73	12	0	0	0	16.0
MADRIGAL	Inter02Ma	2	PM019	*Alnus acuminata*	14.96	12	0	0	0	10.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC001	*Weinmannia elliptica*	25.15	12	27	77	18	78.3

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
CAJANUMA	BsAn02	23	AC002	*Hedyosmum racemosum*	23.87	10	31	19	36	45.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC003	*Weinmannia pubescens*	17.51	11	28	8	23	41.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC004	*Pentacalia theifolia*	28.01	10	67	140	92	43.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC005	*Clethra revoluta*	14.32	8	28	23	67	45.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC006	*Palicourea heterochroma*	12.10	11	13	20	70	73.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC007	*Symplocos canescens*	15.92	7	72	11	33	61.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC008	*Gordonia fruticosa*	12.41	12	13	9	31	66.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC009	*Ilex weberlingii*	14.96	5	39	10	55	48.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC010	*Weinmannia elliptica*	38.83	5	51	44	64	40.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC011	*Gordonia fruticosa*	21.01	6	39	30	55	21.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC012	*Hedyosmum racemosum*	25.15	4	43	54	26	15.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC013	*Ilex* sp	21.33	9	26	23	20	43.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC014	*Ilex* sp	49.97	11	42	51	43	18.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC015	*Palicourea angustifolia*	13.05	4	8	3	9	40.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC016	*Meriania furvanthera*	15.60	5	5	6	4	68.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC017	*Ilex weberlingii*	15.92	8	1	20	36	25.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC018	*Miconia theaezans*	18.14	9	54	9	32	36.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC019	*Ilex rupicola*	14.64	7	20	9	24	40.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC020	*Ilex* sp2	12.41	7	34	9	27	46.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC021	*Aetanthus nodosus*	15.92	8	11	1	23	51.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC022	*Ilex weberlingii*	18.78	8	19	17	11	58.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC023	*Geissanthus vanderwerffii*	22.28	7	19	16	38	35.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC024	*Weinmannia elliptica*	28.97	9	33	50	86	46.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC025	*Symplocos canescens*	10.82	7	22	61	47	33.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC026	*Clethra revoluta*	13.37	15	13	18	9	53.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC027	*Hedyosmum racemosum*	12.73	3	27	48	20	30.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC028	*Weinmannia elliptica*	21.65	10	29	59	95	48.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC029	*Miconia theaezans*	20.05	13	18	50	55	51.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC030	*Gaiadendron*	13.05	7	28	48	37	31.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC031	*Ilex* sp3	17.83	7.5	24	17	45	25.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC032	*Symplocos fuscata*	18.46	12	73	29	19	35.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC033	*Critoniopsis pycnantha*	11.78	11	36	18	63	73.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC034	*Myrsine andina*	14.01	10	24	27	49	36.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC035	*Gaiadendron punctatum*	57.30	13	40	113	86	43.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC036	*Miconia* sp	13.37	6	26	42	28	30.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC037	*Gordonia fruticosa*	16.55	8	33	33	48	30.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC038	*Weinmannia pubescens*	21.96	10	19	24	21	35.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC039	*Clusia elliptica*	11.14	8	30	23	32	30.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC040	*Miconia theaezans*	14.96	6	35	18	28	25.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC041	*Symplocos canescens*	22.28	10	32	26	36	35.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC042	*Meriania furvanthera*	12.41	9	18	15	7	66.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC043	*Weinmannia pubescens*	32.15	10	33	18	68	61.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC044	*Hyeronima macrocarpa*	16.87	9	43	20	24	28.3

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
CAJANUMA	BsAn02	23	AC045	*Gordonia fruticosa*	29.92	10	63	64	46	41.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC046	*Symplocos canescens*	14.32	7	30	20	37	51.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC047	*Weinmannia pubescens*	28.33	6	38	14	35	66.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC048	*Gordonia fruticosa*	11.46	7	26	36	50	40.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC049	*Nectandra laurel*	18.14	12	49	62	53	61.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC050	*Gordonia fruticosa*	45.20	15	132	41	58	48.3
CAJANUMA	BsAn02	23	AC051	*Ilex* sp4	19.74	11	66	32	56	45.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC052	*Weinmannia pubescens*	11.46	9	41	26	46	41.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC053	*Aetanthus nodosus*	15.60	7	35	31	21	21.7
CAJANUMA	BsAn02	23	AC054	*Ilex* sp5	13.37	8.5	13	41	14	35.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC055	*Miconia theaezans*	9.87	6	26	25	33	35.0
CAJANUMA	BsAn02	23	AC056	*Gaiadendron*	10.82	7	24	43	18	36.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC057	*Ilex* sp4	14.32	6	3	28	8	48.3
CAJANUMA	BsAn02	24	AC058	*Miconia tinifolia*	9.87	6.5	3	1	0	20.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC059	*Weinmannia pubescens*	22.92	6	32	65	58	45.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC060	*Ilex* sp6	37.24	10	86	92	112	50.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC061	*Weinmannia pubescens*	12.73	5	21	50	26	48.3
CAJANUMA	BsAn02	24	AC062	*Gordonia fruticosa*	26.42	8	25	36	42	46.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC063	*Myrcia* sp	10.50	6	9	2	1	20.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC064	*Symplocos canescens*	51.25	15	138	79	215	40.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC065	*Symplocos canescens*	26.42	12	32	33	42	41.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC066	*Critoniopsis pycnantha*	13.37	6.5	7	10	22	23.3
CAJANUMA	BsAn02	24	AC067	*Miconia* sp	14.96	10	24	38	46	48.3
CAJANUMA	BsAn02	24	AC068	*Weinmannia pubescens*	15.60	3	3	35	3	36.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC069	*Clusia elliptica*	24.83	8	14	20	45	41.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC070	*Miconia theaezans*	11.14	6	22	37	84	36.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC071	*Weinmannia pubescens*	18.14	12	20	24	32	35.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC072	*Gordonia fruticosa*	20.37	9	18	44	15	43.3
CAJANUMA	BsAn02	24	AC073	*Miconia theaezans*	19.10	13	16	41	21	41.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC074	*Miconia caelata*	14.64	6	17	35	9	46.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC075	*Dicksonia sellowiana*	22.28	8	2	87	16	25.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC076	*Hedyosmum purpurascens*	30.24	7.5	28	32	30	46.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC077	*Weinmannia pubescens*	21.65	8	9	24	26	43.3
CAJANUMA	BsAn02	24	AC078	*Clethra revoluta*	13.37	7	18	32	47	31.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC079	*Myrsine andina*	13.05	6	3	28	2	36.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC080	*Sipanena muricata*	26.74	6.5	2	13	5	35.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC081	*Symplocos coriacea*	18.46	12	5	33	6	43.3
CAJANUMA	BsAn02	24	AC082	*Weinmannia pubescens*	31.51	7	15	68	50	46.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC083	*Weinmannia pubescens*	15.60	9	7	31	8	30.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC084	*Nectandra laurel*	19.42	6	10	20	23	31.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC085	*Dicksonia sellowiana*	12.73	7	4	34	7	38.3
CAJANUMA	BsAn02	24	AC086	*Dicksonia sellowiana*	14.32	3	0	23	0	6.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC087	*Weinmannia pubescens*	18.78	5.5	10	37	25	36.7

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
CAJANUMA	BsAn02	24	AC088	*Dicksonia sellowiana*	11.78	2	0	24	0	10.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC089	*Dicksonia sellowiana*	10.19	2.5	0	22	0	30.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC090	*Dicksonia sellowiana*	14.64	3.5	0	13	0	5.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC091	*Dicksonia sellowiana*	11.14	7.5	2	29	2	51.7
CAJANUMA	BsAn02	24	AC092	*Symplocos canescens*	16.23	9.5	43	41	44	38.3
CAJANUMA	BsAn02	24	AC093	*Ilex rupicola*	21.33	10	23	18	32	80.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC094	*Sipanena muricata*	15.92	12	6	15	1	25.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC095	*Miconia theaezans*	18.14	9	14	31	17	35.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC096	*Weinmannia pubescens*	14.01	10	8	31	17	35.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC097	*Weinmannia pubescens*	31.51	9	8	103	43	65.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC098	*Sipanena muricata*	9.87	8	0	0	1	35.0
CAJANUMA	BsAn02	24	AC099	*Palicourea angustifolia*	10.50	8	1	1	0	33.3
CAJANUMA	BsAn02	25	AC100	*Ternstroemia macrocarpa*	18.14	8	1	20	0	56.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC101	*Weinmannia fagaroides*	21.65	11	40	18	52	40.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC102	*Oreopanax sessiliflorus*	58.25	10	159	257	105	80.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC103	*Weinmannia fagaroides*	35.65	13	53	37	50	46.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC104	*Aetanthus nodosus*	13.69	9	9	6	9	36.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC105	*Viburnum pichinchense*	14.32	9	0	7	4	35.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC106	*Ilex* sp4	21.33	10	0	7	4	36.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC107	*Weinmannia pubescens*	28.97	9	39	15	43	41.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC108	*Weinmannia pubescens*	20.05	11	32	11	23	51.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC109	*Weinmannia pubescens*	23.55	13	39	43	44	56.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC110	*Symplocos canescens*	10.50	9	26	19	41	60.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC111	*Miconia asperrima*	11.46	7	8	8	3	60.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC112	*Gynoxys* sp	18.78	8	8	4	12	70.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC113	*Dicksonia sellowiana*	12.41	7	0	30	0	18.3
CAJANUMA	BsAn02	25	AC114	*Geissanthus vanderwerffii*	15.60	6	11	28	37	36.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC115	*Gaiadendron punctatum*	11.14	4.5	12	25	9	35.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC116	*Dicksonia sellowiana*	9.87	10	4	22	0	11.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC117	*Myrsine andina*	14.32	6	2	3	12	51.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC118	*Ilex* sp4	14.96	7	8	20	15	35.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC119	*Dicksonia sellowiana*	12.10	7	2	28	21	18.3
CAJANUMA	BsAn02	25	AC120	*Aiouea dubia*	14.32	8	5	45	31	31.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC121	*Symplocos canescens*	39.79	8	27	14	37	53.3
CAJANUMA	BsAn02	25	AC122	*Weinmannia pubescens*	9.87	6	21	29	26	21.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC123	*Miconia* sp	24.51	5	8	6	2	35.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC124	*Ilex* sp2	16.87	7	6	13	18	35.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC125	*Miconia theaezans*	21.96	13	30	21	62	41.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC126	*Miconia* sp	32.15	10	5	15	8	37.5
CAJANUMA	BsAn02	25	AC127	*Dicksonia sellowiana*	9.87	5	0	12	0	31.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC128	*Symplocos coriacea*	31.51	10	82	60	106	66.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC129	*Gynoxys* sp2	22.92	10	6	4	9	28.3
CAJANUMA	BsAn02	25	AC130	*Gordonia fruticosa*	22.92	10	43	15	27	43.3

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
CAJANUMA	BsAn02	25	AC131	*Dicksonia sellowiana*	24.83	10	36	39	58	43.3
CAJANUMA	BsAn02	25	AC132	*Hyeronima macrocarpa*	11.46	10	30	15	19	45.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC133	*Gordonia fruticosa*	18.46	8	40	32	48	41.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC134	*Geissanthus vanderwerffii*	12.41	7	7	7	6	40.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC135	*Nectandra laurel*	12.41	7	14	5	14	26.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC136	*Symplocos coriacea*	11.78	6	10	6	16	35.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC137	*Dicksonia sellowiana*	12.10	5.5	3	17	1	6.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC138	*Weinmannia pubescens*	12.10	8	9	9	16	31.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC139	*Weinmannia pubescens*	11.78	7	11	9	64	41.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC140	*Beilschmiedia* sp	12.41	9	8	10	27	28.3
CAJANUMA	BsAn02	25	AC141	*Oreopanax sessiliflorus*	34.06	9	14	57	48	36.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC142	*Weinmannia pubescens*	28.33	9	37	79	49	40.0
CAJANUMA	BsAn02	25	AC143	*Dicksonia sellowiana*	20.69	8	2	34	2	21.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC144	*Ilex sp4*	17.83	10	24	21	30	33.3
CAJANUMA	BsAn02	25	AC145	*Meriania furvanthera*	10.19	6.5	1	12	2	28.3
CAJANUMA	BsAn02	25	AC146	*Dicksonia sellowiana*	11.46	4.5	7	11	1	31.7
CAJANUMA	BsAn02	25	AC147	*Dicksonia sellowiana*	23.24	10	2	47	10	11.7
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC001	*Pinus patula*	10.82	4	0	0	0	5.0
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC002	*Pinus patula*	11.46	3.3	1	0	0	6.3
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC003	*Pinus patula*	27.06	6.5	0	0	0	5.7
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC004	*Pinus patula*	16.68	5.5	1	0	0	9.3
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC005	*Pinus patula*	23.33	7.5	5	0	0	6.7
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC006	*Pinus patula*	20.12	6	6	0	0	5.3
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC007	*Pinus patula*	13.62	6	0	0	0	1.7
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC008	*Pinus patula*	20.69	6.5	3	0	0	3.3
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC009	*Pinus patula*	27.06	8.5	0	0	0	3.7
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC010	*Pinus patula*	22.60	8.3	1	0	0	4.0
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC011	*Pinus patula*	21.71	8	0	0	0	3.0
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC012	*Pinus patula*	17.89	8.5	0	0	0	4.0
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC013	*Pinus patula*	25.78	11	0	0	0	3.3
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC014	*Pinus patula*	26.42	11.5	0	0	0	3.7
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC015	*Pinus patula*	25.15	12	0	0	0	4.0
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC016	*Pinus patula*	23.87	7.5	0	0	0	3.7
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC017	*Pinus patula*	12.10	6	0	0	0	4.0
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC018	*Pinus patula*	13.05	6.5	0	0	0	0.7
CAJANUMA	Inter03Ca	3	PC019	*Pinus patula*	20.69	5.5	0	0	0	3.3
PARAMO	AsSn01	1	AR017	*Miconia ligustrina*		0.85	1	0	1	30.0
PARAMO	AsSn01	1	AR018	*Miconia ligustrina*		1.6	0	0	0	8.3
PARAMO	AsSn01	1	AR019	*Miconia ligustrina*		0.81	1	0	1	18.3
PARAMO	AsSn01	1	AR020	*Brachyotum campii*		0.95	0	0	0	26.7
PARAMO	AsSn01	1	AR021	*Hedyosmum cumbalense*		0.97	1	0	0	11.7
PARAMO	AsSn01	1	AR022	*Weinmannia fagaroides*		1.38	11	0	0	23.3
PARAMO	AsSn01	2	AR023	*Miconia ligustrina*		1.02	0	0	0	5.0

Lugar	Ecosistema	Parcela	Código Forofito	Nombre Científico del Forofito	DAP (cm)	Alt (m)	Brom.	Hele.	Orq.	% Briófitos
PARAMO	AsSn01	2	AR024	*Brachyotum campii*		0.85	2	0	0	13.3
PARAMO	AsSn01	2	AR025	*Brachyotum campii*		0.82	1	0	0	13.3
PARAMO	AsSn01	2	AR026	*Gaultheria reticulata*		0.89	1	0	0	15.0
PARAMO	AsSn01	2	AR027	*Miconia ligustrina*		0.93	2	0	1	20.0
PARAMO	AsSn01	2	AR028	*Miconia ligustrina*		1.09	4	0	0	8.3
PARAMO	AsSn01	3	AR001	*Monnina arbuscula*		0.8	0	0	0	36.7
PARAMO	AsSn01	3	AR002	*Gaultheria reticulata*		0.96	0	0	0	28.3
PARAMO	AsSn01	3	AR003	*Monnina arbuscula*		0.82	0	0	0	46.7
PARAMO	AsSn01	3	AR004	*Weinmannia rollottii*		1.58	0	0	0	28.3
PARAMO	AsSn01	3	AR005	*Escallonia myrtilloides*		0.97	0	0	0	13.3
PARAMO	AsSn01	3	AR006	*Escallonia myrtilloides*		0.87	1	0	0	33.3
PARAMO	AsSn01	3	AR007	*Weinmannia fagaroides*		1.3	0	0	9	30.0
PARAMO	AsSn01	3	AR008	*Escallonia myrtilloides*		0.78	0	0	6	15.0
PARAMO	AsSn01	3	AR009	*Weinmannia fagaroides*		0.69	14	0	0	23.3
PARAMO	AsSn01	3	AR010	*Monticalia myrsinites*		1.1	5	0	0	13.3
PARAMO	AsSn01	3	AR011	*Monticalia myrsinites*		0.93	0	0	0	33.3
PARAMO	AsSn01	3	AR012	*Weinmannia elliptica*		1.52	0	0	0	50.0
PARAMO	AsSn01	3	AR013	*Weinmannia fagaroides*		0.8	0	0	0	43.3
PARAMO	AsSn01	3	AR014	*Miconia ligustrina*		0.74	1	0	0	30.0
PARAMO	AsSn01	3	AR015	*Miconia ligustrina*		0.62	0	0	0	20.0
PARAMO	AsSn01	3	AR016	*Gaultheria reticulata*		0.98	1	0	14	38.3

Anexo 4. Listado de especies de bromelias y helechos en cada uno de los cuatro sitios de estudio

Sitio	Familia	Nombre Científico	D	DR	FR	IVI
PADMI	BROMELIACEAE	*Greigia* sp.	44	30.99	25	55.98
PADMI	BROMELIACEAE	*Pitcairnia trianae*	32	22.54	25	47.5
PADMI	BROMELIACEAE	*Vriesea seemannii*	4	2.82	25	27.8
PADMI	DRYOPTERIDACEAE	*Bolbitis lindigii*	3	2.11	25	27.1
PADMI	DRYOPTERIDACEAE	*Diplazium ambiguum*	2	1.41	25	26.4
PADMI	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum* sp.1	6	4.23	25	29.2
PADMI	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum doanense*	4	2.82	25	27.8
PADMI	POLYPODIACEAE	*Grammitis* sp.1	11	7.75	25	32.7
PADMI	POLYPODIACEAE	*Niphidium crassifolium*	25	17.61	50	67.6
PADMI	POLYPODIACEAE	*Niphidium* sp.	1	0.70	25	25.7
PADMI	POLYPODIACEAE	*Polypodium ptilorhizon*	4	2.82	25	27.8
PADMI	POLYPODIACEAE	*Polypodium* sp.	6	4.23	25	29.2
MADRIGAL	ASPLENIACEAE	*Asplenium sessifolium*	2	1.27	50	51.3
MADRIGAL	BROMELIACEAE	*Racinaea schumanniana*	52	33.12	25	58.1
MADRIGAL	BROMELIACEAE	*Racinaea* sp.1	37	23.57	25	48.6
MADRIGAL	BROMELIACEAE	*Tillandsia biflora*	7	4.46	25	29.5
MADRIGAL	BROMELIACEAE	*Tillandsia orbicularis*	2	1.27	25	26.3
MADRIGAL	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum leprosum*	13	8.28	25	33.3
MADRIGAL	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum* sp.2	4	2.55	25	27.5
MADRIGAL	HYMENOPHYLLACEAE	*Hymenophyllum trichomanoides*	1	0.64	25	25.6
MADRIGAL	POLYPODIACEAE	*Melpomene vernicosa*	7	4.46	25	29.5
MADRIGAL	POLYPODIACEAE	*Niphidium crassifolium*	2	1.27	50	51.3
MADRIGAL	POLYPODIACEAE	*Polypodium latissimun*	12	7.64	50	57.6
MADRIGAL	POLYPODIACEAE	*Polypodium remotum*	18	11.46	25	36.5
CAJANUMA	ASPLENIACEAE	*Asplenium cuspidatum*	25	3.41	25	28.4
CAJANUMA	ASPLENIACEAE	*Asplenium sessifolium*	14	1.91	50	51.9
CAJANUMA	BLECHNACEAE	*Blechnum fraile*	3	0.41	25	25.4
CAJANUMA	BROMELIACEAE	*Guzmania sibudoyorum*	38	5.18	25	30.2
CAJANUMA	BROMELIACEAE	*Racinaea adpressa*	58	7.90	25	32.9
CAJANUMA	BROMELIACEAE	*Racinaea seemannii*	1	0.14	50	50.1
CAJANUMA	BROMELIACEAE	*Tillandsia complanata*	2	0.27	25	25.8
CAJANUMA	BROMELIACEAE	*Tillandsia confinis*	24	3.27	25	28.3
CAJANUMA	BROMELIACEAE	*Vriesea fragrans*	79	10.76	25	35.8
CAJANUMA	BROMELIACEAE	*Vriesea* sp.	32	4.36	25	29.4
CAJANUMA	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum lingua*	6	0.82	25	25.8
CAJANUMA	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum curvans*	23	3.13	25	28.1
CAJANUMA	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum glessum*	9	1.23	25	26.2
CAJANUMA	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum lloense*	17	2.32	25	27.3
CAJANUMA	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum pala*	59	8.04	25	33.03
CAJANUMA	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum rimbachia*	29	3.95	25	28.95
CAJANUMA	DRYOPTERIDACEAE	*Elaphoglossum* sp. 3	73	9.95	25	34.9

SITIO	Familia	Nombre Científico	D	DR	FR	IVI
CAJANUMA	GRAMMITIDACEAE	*Grammitis variabilis*	19	2.59	25	27.6
CAJANUMA	HYMENOPHYLLACEAE	*Hymenophyllum fucoides*	91	12.40	25	37.4
CAJANUMA	POLYPODIACEAE	*Ascogrammitis loxensis*	2	0.27	25	25.3
CAJANUMA	POLYPODIACEAE	*Ascogrammitis* sp.	31	4.22	25	29.2
CAJANUMA	POLYPODIACEAE	*Campyloneurum angustifolium*	41	5.59	25	30.6
CAJANUMA	POLYPODIACEAE	*Grammitis alsopteris*	2	0.27	25	25.3
CAJANUMA	POLYPODIACEAE	*Lellingenia* sp.	1	0.14	25	25.1
CAJANUMA	POLYPODIACEAE	*Melpomene occidentalis*	21	2.86	25	27.9
CAJANUMA	POLYPODIACEAE	*Polypodium bolivianum*	3	0.41	25	25.4
CAJANUMA	POLYPODIACEAE	*Polypodium latissimun*	31	4.22	50	54.2
PÁRAMO	BROMELIACEAE	*Racinaea seemannii*	1	3.45	50	53.4
PÁRAMO	BROMELIACEAE	*Racinaea* sp. 2	28	96.55	25	121.6
PLANTACIÓN LAUREL	DAVALLIACEAE	*Nephrolepis pendula*	7	21.21	0	21.2
PLANTACIÓN LAUREL	POLYPODIACEAE	*Niphidium crassifolium*	5	15.15	0	15.2
PLANTACIÓN LAUREL	BROMELIACEAE	*Vriesea seemannii*	13	39.39	0	39.4
PLANTACIÓN LAUREL	BROMELIACEAE	*Tillandsia* sp.	4	12.12	0	12.1
PLANTACIÓN LAUREL	POLYPODIACEAE	*Niphidium crassifolium*	3	9.09	0	9.1
PLANTACIÓN LAUREL	BROMELIACEAE	*Guzmania fuscispica*	1	3.03	0	3.03
PLANTACIÓN ALISO	BROMELIACEAE	*Tillandsia biflora*	1	100.00	0	100
PLANTACIÓN PINO	BROMELIACEAE	*Tillandsia complanata*	3	100.00	0	100