

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

Facultad de Ciencias Puras y Naturales

Carrera de Biología



**DIVERSIDAD ALFA, BETA Y DISTRIBUCIÓN VERTICAL DE EPÍFITAS
VASCULARES EN DOS RANGOS ALTITUDINALES DE UN BOSQUE
YUNGUEÑO PLUVIAL SUBMONTANO EN EL ANMI APOLOBAMBA, LA
PAZ - BOLIVIA**

**Tesis de grado para optar al
Título de Licenciatura en Biología**

**Presentada por:
Fabricio Miranda Avilés
La Paz – Bolivia**

2005

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE BIOLOGÍA**

TÍTULO: “Diversidad alfa, beta y distribución vertical de epífitas vasculares en dos rangos altitudinales de un bosque yungueño pluvial submontano en el ANMI Apolobamba, La Paz – Bolivia”.

POR:

Univ. Fabricio Miranda Avilés

TUTORA ADMINISTRATIVA:

Lic. Emilia García E.

ASESOR CIENTÍFICO:

Lic. Alfredo Fuentes C.

TRIBUNALES:

Dr. Stephan Beck

Dra. Mónica Moraes

JEFE DE CARRERA:

Lic. Maria Cristina Ruíz.

La Paz – Bolivia

2005

*Al único y sabio Dios que me ha concedido
El disfrutar de su magnífica creación!!!*

AGRADECIMIENTOS

Agradezco al soberano y fiel Dios por la fuerza y el amor para continuar con mis estudios a pesar de todas las circunstancias.

Agradezco a mi familia por su gran amor, porque siempre me apoyó y alentó a seguir adelante. Gracias Papá Edgar, Mamá Gladys y hermanos Edgar y Sorem. Gracias a mis Abuelos, tias y tios por su apoyo y amor, y a toda mi familia Gracias por siempre.

Agradezco a Isaac y Doris, Fer y Mary, Edith y Anita mis pastores por su ayuda y aliento para terminar la carrera. A mis amigos en la iglesia que fueron los avivadores de esperanza y propósito para mi vida. Gracias Moni, Tati, Luis, Mile, Jesie, Feli, Manu, David, Ale, Sandra, Mariana, Regi, Angelica, Garoto, Fer, Joe, Katherine, Z, Payo, Alfredo y a todos mis hermanos amados.

Agradezco al Proyecto “Inventario Florístico de la Región del Madidi” y al Missouri Botanical Garden por la beca y colaboración en toda la realización de la Tesis. Sin su ayuda, nada de esto se hubiera realizado.

Agradezco a la Carrera de Biología, por todos los años de paciente enseñanza que me brindaron. Agradezco a mis amigos (¿quien no quisiera tener unos como estos?), que me apoyaron tanto que no hubiera estado hoy aquí sin su ayuda: A la Julieta, el Ross, la Rebe, el JuK, la Nat's, el Guido, el Cris, la Ode, la Isa, la Paolita, la Vivitos, la Nohe, la Carito, la Are, el Miguel Molina, la Claudia Flores, la Ale Do, Alvaro, Diego, la Ale Valdivia, el Chaly, la Carla, Bena, Hector, Nino B, Nino V, y a todos los que por cuestiones de espacio no escribo sus nombres, pero gracias amigos y compañeros.

Agradezco a todos los especialistas e investigadores que colaboraron en la identificación y revisión de las colecciones botánicas:

- Gracias a los investigadores y tesistas del proyecto por todo su apoyo y ayuda, **Gracias Peter, Alfredo, Alejandro, Leslie, Anita, Abraham, Tati y a todos los tesistas y voluntarios del proyecto.**
- Gracias a **Thorsten Krömer** y a **Amparo Acebey** por ayudarme tanto en la realización de la tesis y por su ayuda en las identificaciones.
- Gracias a **Iván Jiménez** por su consejo, y ayuda en la identificación de Pteridofitas.
- Gracias a Don **Roberto Vásquez** por su amable ayuda en la identificación de las orquídeas.
- Gracias a **Christof Nowicki** por su orientación y su artículo.
- Gracias a los investigadores y personal del HNB: Al **Zen**, a **Mónica Moraes**, a **Mónica Zeballos**, a **Techi**, a **Ramiro** a **Doña Rossi**, a **Gise**, a **Don Carlos**, a **Edgar**, a Don **Esteban**.
- Gracias al Dr. **Stephan Beck** por sus correcciones y su animante entusiasmo.

Agradezco al Ingeniero **Martín Rojas** por su desinteresada colaboración y a su vivero: “**Viveros El Natural**”, que cuidaron las orquídeas por mi.

INDICE GENERAL

	Página
Índice general	I
Índice de figuras	III
Índice de tablas	V
Índice de anexos	V
Resumen	1
1. Introducción	2
Marco teórico	4
a. Diversidad alfa, beta y gama	4
b. Diversidad de epífitas	4
c. Distribución vertical	5
d. Epífitas y sus principales características	7
2. Objetivos	8
3. Métodos	8
3.1 Descripción del área de Estudio	8
Ubicación	8
Geomorfología, geología y suelos	9
Clima	9
Vegetación	11
3.2 Diseño de las parcelas y toma de datos	12
3.3 Evaluación de un árbol maduro	13
3.4 Trabajo de gabinete	14
3.5 Análisis de la diversidad	15
3.6 Estimación del número de especies por área	15
3.7 Análisis de la distribución vertical	15
4. Resultados	16
4.1 Riqueza y diversidad de epífitas vasculares	16
4.1.1 Riqueza total de especies mediante el estimador de Chao I	24
4.2 Diversidad β de epífitas localidad A vs localidad B	25

4.3 Distribución vertical y diversidad de especies en las zonas de Johansson	29
4.4 Presencia de epífitas en las zonas de Johansson	35
5. Discusión	37
5.1 Diversidad florística en las localidades A y B	37
5.2 Área de muestreo	41
5.3 Diversidad Beta	42
5.4 Diversidad en los forófitos y distribución vertical en las zonas de Johansson	43
5.5 De la mayor frecuencia de epífitas en una zona de Johansson	45
6. Conclusiones	46
7. Recomendaciones	47
8. Bibliografía	49
9. Anexos	56

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Esquema de las zonas de Johansson (1974).	6
Figura 2. Mapa de la zona de estudio.	10
Figura 3. Aspecto del bosque pluvial subandino inferior de Yungas entre 900 – 1000 m en la localidad de Pauje Yuyo.	11
Figura 4. Aspecto del bosque pluvial subandino superior de Yungas entre 1380 -1490 m en la localidad de Wayrapata.	12
Figura 5. Delimitación de las parcelas de muestreo.	13
Figura 6. La técnica modificada de alpinismo usada para la evaluación de un forófito. (Técnica de Perry 1978)	14
Figura 7. Riqueza de especies de epífitas por familia en porcentaje para la localidad A (Pauje Yuyo)	22
Figura 8. Curva de acumulación de especies en la localidad A Pauje Yuyo	23
Figura 9. Riqueza de especies de epífitas por familia en porcentaje para la localidad B (Wayrapata)	23
Figura 10. Curva de acumulación de especies en la localidad B Wayrapata.	24
Figura 11. Estimación del porcentaje de especies registrado y restante en ambas localidades por medio del estimador Chao I.	24
Figura 12. Análisis de <i>Clados</i> usando Correlación de Pearson.	26
Figura 13. Similitud florística entre ambas localidades: Wayrapata y Pauje Yuyo	27
Figura 14. Número de especies de epífitas en sólo parcelas (◆) y sólo árboles (▲) en el gradiente altitudinal de ambas localidades.	28
Figura 15. Diversidad total de epífitas en las zonas de Johansson (1974) en los forófitos de las 2 localidades.	33
Figura. 16. Diversidad de epífitas: Distribución vertical en las zonas de Johansson	34
Figura. 17. Porcentaje de especies para la distribución vertical en las zonas de Johansson en ambas localidades.	35

Figura 18. Distribución vertical de especies con mayor frecuencia en zonas contiguas de Johansson.	36
Figura 19. Comparación de la contribución relativa de los grupos principales en la riqueza de especies	39
Figura 20. Proporción de riqueza de especies por familia en varios inventarios de epífitas del Neotrópico (Tomado de Küper <i>et al.</i> 2004).	40
Figura 21. Estado de la parcela 9 de Pauje Yuyo después de 5 meses de realizado este inventario	48

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Relación de los datos de altitud, vegetación y climáticos para las dos localidades de este estudio.	9
Tabla 2. Presencia de especies en las parcelas del estudio; W=Huayrapata, PY= Pauje Yuyo.	16
Tabla 3. Lista de especies comunes entre Pauje Yuyo y Wayrapata	25
Tabla 4. Similitud entre la vegetación epifítica de las evaluaciones en parcelas de las dos localidades.	28
Tabla 5. Número de especies registrado en ambos muestreos, número de especies comunes y su proporción.	29
Tabla 6. Presencia de todas las especies de epifitas registradas en ambas localidades en las zonas de Johansson sobre los forofitos.	29
Tabla 7. Forófitos y número de especies registrados en las dos localidades.	33
Tabla 8. Inventarios de epifitas vasculares, altitud, área evaluada y número total de especies	37

Lista de Anexos

Anexo 1. Planilla de datos para epifitas

Anexo 2. Lista de especies registradas en Pauje Yuyo

Anexo 3. Lista de especies registradas en Wayrapata

Resumen.

Se estudió la diversidad alfa, beta y la distribución vertical de epífitas de dos localidades: Pauje Yuyo y Wayrapata situadas entre 930-1.070 m y 1.290 -1.470 m de altitud respectivamente, en un bosque submontano de yungas en la región de Apolobamba – Bolivia. Se evaluaron 5 parcelas de 400m² en cada localidad en diferentes altitudes. En ellas se coleccionaron muestras de todas las especies de epífitas, incluyendo todas las presentes en un árbol maduro. Se registraron 127 especies en Pauje Yuyo y 201 en Wayrapata. La diversidad beta entre estas localidades es alta, con sólo 48 especies en común, mientras que la diversidad alfa aumenta con la altitud en el rango de estudio, al igual que lo encontrado para el Neotrópico por Gentry y Dodson (1987). Las familias más diversas en ambas localidades son Orchidaceae, Araceae, Bromeliaceae junto con Pteridophyta. Las proporciones de diversidad de estos taxa concuerdan con los patrones encontrados por trabajos en la región Neotropical y de Bolivia (Wolf y Flamenco 2003, Küper et al. 2004) y las diferencias en algunos de ellos pueden atribuirse a las características propias de las localidades estudiadas, es decir: altitud, clima, exposición, grado de disturbio, entre otras. La distribución vertical presenta mayor diversidad en las zonas 2, 3 y 4 de Johansson que corresponden a microambientes más húmedos y sombreados. Estos resultados concuerdan con los descritos por otros investigadores (Johansson 1974, Ibisch 1996, Nieder *et al.* 1999, Acebey & Krömer 2001). No se registraron especies exclusivas en ninguna de las zonas de Johansson.

1. Introducción

En general los bosques montanos son muy diversos, en éstos las epífitas representan un gran porcentaje en la diversidad vegetal. Solamente en la ecoregión de los Yungas con una superficie de 55.556 km², se estima la presencia de 1500 a 2000 especies de epífitas, sobre todo Orchidaceae y Pteridophyta (Ibisch *et al.* 2003). Según Ibisch (1996) bajo condiciones favorables (de humedad, temperatura y nutrientes), las epífitas pueden llegar a representar aproximadamente un 25% de las plantas vasculares en una hectárea de bosque montano húmedo. Este alto porcentaje indica su gran importancia en la riqueza y diversidad del bosque (Gentry & Dodson 1987). Además contribuyen en gran manera a la biomasa del mismo (Nadkarni 1985, 1992), al ciclo de nutrientes y al balance hídrico al captar un gran porcentaje de humedad de la neblina (Nadkarni 1985, 1992; Coxson & Nadkarni 1995, Zotz & Andrade 2002). Asimismo proveen hábitat y alimento para muchos insectos, aves y anfibios (Benzing 1983; Nadkarni 1992; Teixeira *et al.* 2002).

La alta diversidad de epífitas vasculares demuestra que el epifitismo es una adaptación exitosa al hábitat de dosel; en un bosque la diversidad de epífitas se explica por la distribución y crecimiento sobre el hospedero (Acebey & Krömer, 2001). Por su hábito particular separado de la superficie terrestre, la baja disponibilidad de humedad, iluminación y nutrientes son factores restrictivos para su desarrollo, además sus patrones de distribución espacial dependen de otros factores como la especie del forófito y su edad (Went 1940, Sandford 1968, Johansson 1974). Sin embargo entre las epífitas existen varias adaptaciones: metabolismo CAM, succulencia de tejidos, presencia de pseudobulbos, escamas foliares, cisternas de almacenamiento y otros que han permitido su conquista de este hábitat (Benzing 1987, 1995, 1998). Para el estudio de las epífitas Johansson (1974), divide los forófitos verticalmente en 5 zonas, en las cuales el microhábitat es usado por epífitas con distintas formas de vida. En algunos casos existe cierta “preferencia” de las epífitas en su distribución sobre éstos (distribución vertical) (Nieder *et al.* 1999; Acebey & Krömer, 2001). Los factores que afectan a la distribución vertical son la luz, humedad, materia orgánica entre otros (Nieder *et al.* 1999). Por otra

parte la diversidad de epífitas en bosques montanos presenta patrones de variación altitudinal, encontrándose mayor diversidad en altitudes intermedias (Gentry & Dodson 1987, Hietz & Hietz-Seifert 1995a, Ibisch 1996, Krömer 2003, Küper *et al.* 2004, Krömer *et al.* 2005).

Entre las familias más importantes de epífitas se encuentra una de las más grandes dentro de las plantas con flor: Orchidaceae. Para nuestro país el grado de endemismo en el ecosistema yungueño es el mayor para orquídeas (Vásquez & Ibisch 2000). Pteridophyta como taxón es el más importante después de Orchidaceae y al igual que éstas presentan un alto grado de endemismo (Kessler 2001). Otras familias importantes son Bromeliaceae y Araceae (Ibisch & Beck 2003). Por otra parte todas estas familias son económicamente importantes por su valor como plantas ornamentales (Bown 1988, Rauh 1990).

Los últimos 20 años en la región Neotropical se han hecho grandes esfuerzos por estudiar la flora epifítica; las regiones más estudiadas son las de México, Ecuador, Costa Rica, Guianas, Perú, entre los con más área estudiada (Wolf & Flamenco-S 2003). Otros países neotropicales como Colombia, Venezuela, Brazil y Panamá tenían menor proporción de estudios hasta el 2002 (Wolf & Flamenco-S 2003). Sin embargo, Bolivia a pesar de encontrarse entre los 11 países con mayor número de especies de plantas vasculares (se estima más de 20.000 especies) (Ibisch & Beck 2003), cuenta con pocos estudios de epífitas vasculares (Ibisch 1996, Acebey & Krömer 2001, Krömer 2003, Krömer & Gradstein 2003, Altamirano & Fernández 2003). Por ejemplo para los Yungas de Bolivia, Ibisch (1996) presenta una lista preliminar con 637 especies de epífitas; Krömer y Gradstein (2003) registran hasta 175 especies en 0,32 ha en el bosque yungueño de Cotapata; Acebey y Krömer (2001) registraron 147 especies de epífitas en un bosque de Piedemonte en el Parque Nacional Madidi. Otros investigadores como Navarro (2001), Altamirano y Fernandez (2003) han realizado trabajos sobre epífitas en otros bosques de Bolivia. A pesar de su gran importancia y contribución a la diversidad y dinámica en los bosques montanos, existen relativamente pocos estudios sobre esta flora (Küper *et al.* 2004). Por otra parte la pérdida gradual de los ecosistemas yungueños

por la construcción de caminos, oleoductos y en especial la colonización (Beck *et al.* 1993), hacen de estos prioritarios para su estudio y conservación. Este estudio además de ser un aporte al conocimiento florístico de las epífitas de la región, es un aporte muy importante ya que es el primero de este tipo para este rango altitudinal en la zona, que es en parte casi inexplorada y esta sujeta a rápida degradación por las crecientes presiones de colonización.

Marco teórico

a. Diversidad alfa, beta y gama

Whittaker (1972) ha descrito tres términos para medir la biodiversidad en escalas espaciales: alfa, beta, y diversidad gama. La diversidad alfa se refiere a la diversidad dentro de un área o de un ecosistema particular, y es expresada generalmente por el número de especies (es decir, riqueza de especies) en ese ecosistema. Si examinamos el cambio en diversidad de especies entre ecosistemas entonces estamos midiendo la diversidad beta. La diversidad beta es la cuenta del número total de las especies que son únicas a cada uno de los ecosistemas que son comparados, usualmente se mide como la magnitud del cambio de especies. Así, la diversidad beta permite que comparemos diversidad entre los ecosistemas. La medición de la diversidad Beta esta basada en proporciones o diferencias que pueden ser evaluadas por medio de índices o coeficientes de similitud (Magurran 1988, Moreno 2001, Harrison *et al.*2004). La diversidad gamma es una medida de la diversidad total para los diversos ecosistemas dentro de una región. Hunter (2002) define diversidad gamma como "la diversidad de especies en escala geográfica" (Harrison *et al.*2004).

b. Diversidad de epífitas

Las epífitas constituyen cerca del 10 % de todas las especies de plantas vasculares en el mundo, con aproximadamente 25.000 especies en 84 familias (Kress 1986). Además de las familias con mayor número de especies epífitas (Orchidaceae, Bromeliaceae y

Araceae), están Gesneriaceae, Piperaceae, Cactaceae, Ericaceae y Melostomataceae; siendo también muy importante el aporte en número de especies de las familias de Pteridophyta (Benzing, 1990).

Al igual que las plantas terrestres, las epífitas muestran ciertos patrones de diversidad influenciados por el cambio de condiciones ecológicas a lo largo de gradientes altitudinales, latitudinales, y continentales (Gentry & Dodson 1987). Ellos concluyen que las epífitas están mejor representadas en altitudes intermedias. Sin embargo, Nieder et al. (1999) anotan otro patrón diferente pero en función de escala; donde para la diversidad Gama tendremos que el número de especies epífitas disminuye a medida que la altitud se incrementa, mientras que la diversidad alfa se comporta de forma diferente.

Por otra parte las epífitas muestran patrones de diversidad altitudinal, especialmente a nivel de familias (Hietz & Hietz-Seifert 1995a, Ibisch 1996, Nieder *et al.* 1999, Zotz & Andrade 2002, Küper *et al.* 2004, Krömer 2003, Krömer *et al.* 2005). En este nivel de diversidad Krömer (2003) encontró para un bosque montano y submontano que el número de especies de Araceae presenta una continua disminución y por el contrario el número de especies de las Orquidaceae y las Pteridophyta incrementan a medida que aumenta la altitud. Gentry & Dodson (1987), Küper *et al.* (2004) y Krömer *et al.* (2005), encontraron un aumento en la riqueza de especies en altitudes intermedias “mid-elevation bulge”, distinto para cada uno de estos estudios, y en parte puede explicarse por el aporte de la presencia de orquídeas endémicas (Küper *et al.* 2004).

c. Distribución vertical

El forófito:

Un árbol representa un hábitat de arquitectura compleja relativamente aislado, en el cual la distribución de las epífitas no es aleatorio (Johansson 1974), si no que está modelado por varios factores. Estratificado verticalmente por la luz y humedad (Parker 1995), presenta además diferentes características químicas y morfológicas en su corteza, y

regímenes microclimáticos variables (Johansson 1974, Zotz & Andrade 2002). Este mosaico de microsítios que ofrece un forófito, moldea la distribución de las epífitas por su preferencia al hábitat (Johansson 1974, Nieder *et al* 1999, Zotz & Andrade 2002).

Johansson (1974), divide los árboles verticalmente en 5 zonas de vida, en las cuales el microhábitat es usado por distintas formas de vida y en algunos casos existe cierta preferencia de las epífitas en su distribución vertical (Nieder *et al*, 1999; Acebey & Krömer, 2001). La figura 1 muestra un resumen de la zonación según Johansson (1974).

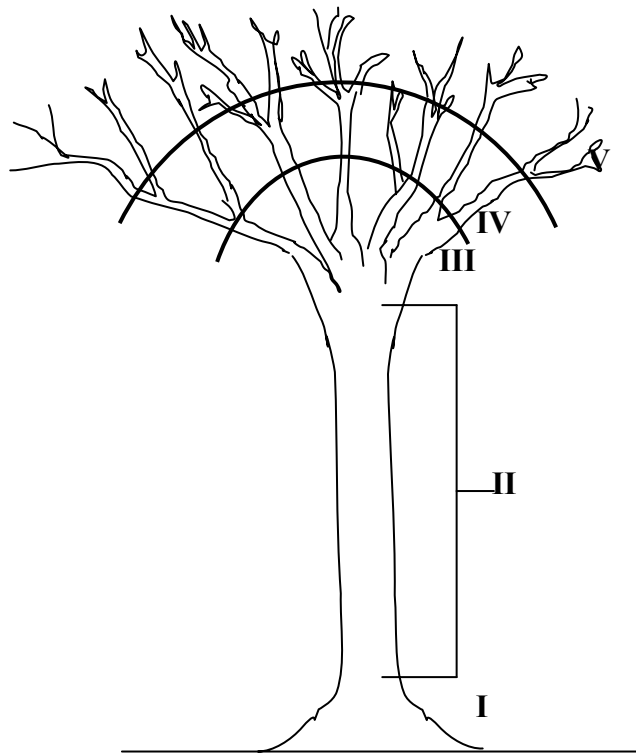


Figura 1. Esquema de las zonas de Johansson (1974). I: 1m de la base del tronco, II: el resto tronco, III dosel inferior, ramificaciones principales, IV dosel medio, ramas secundarias, V: dosel superior.

d. Epífitas y sus principales características

Las epífitas son plantas vasculares y no vasculares, que en conjunto aportan el 5% de la biomasa total de ciertos ecosistemas y han dejado atrás la asociación con la tierra, usando como soporte otras plantas las que se denominan forófitos (generalmente son árboles). Son “parásitas mecánicas” (Montaña *et al.*, 1989) y evitan la necesidad de producir troncos, tallos y ramas, así como células, órganos y estructuras reforzadas que tienen la mayoría de las plantas (Benzing, 1990). Aunque las epífitas vivan toda su vida o parte de ella sobre un hospedero, no tienen contacto metabólico alguno con el forófito (Nieder *et al.* 1996-1997, Zotz & Andrade 2002). Sin embargo las hifas de micorrizas asociadas con muchas especies de epífitas vasculares son potencialmente parásitas para el árbol hospedero (Ruinen 1953).

El epifitismo involucra a un 10% de los vegetales vasculares, siendo el grupo más importante las Orchidaceae, seguidas por las Bromeliaceae y las Pteridophyta, además de Araceae y en menor grado las familias Gesneriaceae, Piperaceae, Cactaceae, Ericaceae y Melastomataceae (Benzing, 1990). Las epífitas no vasculares como los líquenes, musgos y hepáticas también son muy importantes, existiendo casi 20,000 especies de líquenes y musgos epífitos (Nieder *et al.* 1996-1997). Se ha dividido a las epífitas en dos grupos: Las holo-epífitas o epífitas verdaderas, que pasan todo el ciclo de su vida en su forófito, de las hemi-epífitas, que en algún estado desarrollan raíces en el suelo (Zotz & Andrade 2002). Wallace (1982) además nombra a las trepadoras semiepífitas que son trepadoras que usan sus raíces adventicias que funcionan parcialmente en la absorción de agua y nutrientes. Schimper (1888) clasifica a los epífitos en cuatro grupos: Aeroepífitos que son epífitos verdaderos con escamas que capturan nutrientes del aire; Mesoepífitos; Corticoepífitos; y Lacoepífitos caracterizados por sus rosetas cuyas hojas colectivamente forman una gran concavidad donde se acumula agua. En estas plantas las raíces solo sirven para sujetar el vegetal en el tronco de su hospedero, la función de absorción es desempeñada por las hojas (Font Quer 1977).

2. Objetivos

General

Analizar la diversidad de epífitas vasculares y su variación en dos rangos altitudinales de un bosque yungueño pluvial submontano.

Específicos

- a) Evaluar la diversidad florística de epífitas vasculares en cinco parcelas de 400 m² en las localidades A: Pauje Yuyo (930 – 1.070 m) y B: Wayrapata (1.290 – 1.470 m)
- b) Interpretar la diversidad beta entre los rangos altitudinales A y B
- c) Analizar la distribución vertical y la diversidad de especies en las zonas de Johansson en los árboles evaluados
- d) Examinar la mayor frecuencia de epífitas por alguna zona del forófito

3.-Métodos

3.1 Descripción del área de Estudio

Ubicación

El presente estudio fue realizado en la región oeste del departamento de La Paz - Bolivia, en el límite de las provincias Franz Tamayo y Bautista Saavedra dentro del Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba (ANMI Apolobamba) (Figura 2). Las parcelas se instalaron cercanas a dos comunidades: Pauje Yuyo (A en la figura 2) entre 900 – 1.050 m y Wayrapata (B en Figura 2) entre 1.290 – 1.470 m.

Geomorfología, geología y suelos

El paisaje consta de serranías altas y pendientes escarpadas con cimas amplias e irregulares, recortado por valles estrechos y profundos (Miranda 1994). La zona presenta rocas sedimentarias del Ordovícico, areniscas, limonitas, cuarcitas, pizarras, lutitas y lavas almohadilladas (Suarez 2001). Los suelos son poco profundos a muy profundos en las terrazas, textura franco arcillo limosos, franco arcillosos, franco arenosos, franco limosos y arenoso francos a arenosos, reacción de fuerte a moderadamente ácida y suavemente alcalina (Miranda 1994).

Clima

El clima en las dos localidades de estudio es pluvial, con una estación seca de tan solo 2 meses áridos. A pesar de que no existe una estación climatológica cercana, Müller *et al.* (2002) estiman las precipitaciones en el orden de los 1.700 a 2.500 mm. Por otra parte, por el tipo de vegetación en estas localidades, Navarro (2002), presentan los datos climáticos en la tabla 1 que corresponderían a las localidades de este estudio:

Tabla 1. Relación de los datos de altitud, vegetación y climáticos para las dos localidades de este estudio.

Localidad	Altitud m	Vegetación	Io (según Navarro 2002)	It (según Navarro 2002)	Temperatura °C (estimado a partir de Müller <i>et al.</i> 2002)	Precipitación mm (Müller <i>et al.</i> 2002)
Pauje Yuyo	900-1100	Bosque pluvial subandino inferior	6-8	610-730	22	1700-2000
Wayrapata	1300-1500	Bosque pluvial subandino superior	8-10	490-610	20.5	2000-3000

Io = Índice ombrotérmico = Precipitación media anual/ 12 x Temperatura media anual. It = Índice de termicidad = (Temperatura media anual + Media de las temperaturas máximas del año más frío del año + media de las temperaturas mínimas del mes más frío del año) X

Vegetación

Los bosques montanos en Bolivia son formaciones poco conocidas aún, y no existen subclasificaciones que se ajusten a todas las particularidades de los bosques de montaña (Kessler & Beck 2001). Para Ribera et al. (1996) por ejemplo, los 2 rangos del presente estudio se encuentran en un solo piso altitudinal, este divide en tres pisos en las siguientes altitudes 400-700 m; 700-2.800 m, 2800-3.400m. de igual forma Kessler & Beck (2001), dividen en las siguientes franjas altitudinales: 500-1.500m; 1.500- 2.500 m, 2.500-3.500 m y >3.500 m, por lo que para este estudio se eligió usar la clasificación de Navarro (2002), según la cual la vegetación corresponde al bosque subandino de Yungas, por observaciones de campo se puede acomodar los rangos de este estudio a los pisos descritos por este autor. Para Pauje Yuyo (localidad A), el piso inferior cuya vegetación corresponde al bosque subandino inferior de Yungas y exhibe como elemento mas conspicuo a la palmera *Oenocarpus bataua* (Majo), este piso presenta un índice de termicidad (It) de 610-730; siendo mayor al It de Wayrapata (localidad B) que es de 490-610 (Navarro 2002), es decir la localidad A es más calida que la localidad B. Esta corresponde al bosque subandino superior de Yungas descrito por el mismo autor.



Figura 3. Aspecto del bosque pluvial subandino inferior de Yungas entre 900 – 1.000 m en la localidad de Pauje Yuyo (mayo 2004, © Proyecto Madidi LPB-MO).



Figura 4. Aspecto del bosque pluvial subandino superior de Yungas entre 1.380 -1.490 m en la localidad de Wayrapata (mayo 2004, © Proyecto Madidi LPB-MO).

3.2 Diseño de las parcelas y registro de datos

En cada localidad se delimitaron 5 parcelas de 10x40 m (0,04 ha), se ubicaron en laderas del bosque no perturbado. Algunos autores como Acebey & Krömer (2001) utilizan parcelas de 20x20 m. Sin embargo en el caso de un bosque montano con una pendiente muy pronunciada es difícil encontrar zonas en las cuales se pueda medir 20x20 metros que sean transitables con estabilidad. Por esta razón y a sugerencia de otro investigador, se realizó el muestreo en parcelas de 10 x 40 m.

Dentro de estas parcelas se coleccionaron y registraron las epífitas, hemiepífitas y parásitas del sotobosque, además se inventarió un árbol maduro completo (Acebey & Krömer 2001), ya que patrones de distribución de epífitas identificados por Johansson

(1974) y Wallace (1982) muestran que existe mayor diversidad de especies en los árboles más grandes y/o más viejos, donde se encuentran además restringidas algunas especies. En el caso de las orquídeas sin flor, se colectaron especímenes adicionales para cultivarlos en un vivero en La Paz. Todas las colectas fueron registradas con un número y en una lista, también se anotó la zona en la que se encontró, y las características morfológicas más conspicuas para reconocerlas, además de su fenología. Una parte de estas colecciones se secó en el campo, y el resto fueron conservadas en alcohol y fueron secadas en el Herbario Nacional de Bolivia (LPB) en la ciudad de La Paz, donde se depositaron y donde se procedió con el trabajo de gabinete.



Figura 5. Delimitación de las parcelas de muestreo (mayo 2004, © Proyecto Madidi LPB-MO).

3.3 Evaluación de un árbol maduro

Se selecciono un árbol, y se lo delimitó según las zonas de Johansson (1974) (Fig.1). Con trepadores y/o con el uso de equipo de alpinismo, se coleccionaron las epífitas vasculares en cada zona de Johansson.



Figura 6. La técnica modificada de alpinismo (Perry 1978) usada para la evaluación de un forófito (mayo 2004, © Proyecto Madidi LPB-MO).

3.4 Trabajo de gabinete

Las plantas colectadas se separaron primeramente por sus características morfológicas más conspicuas (por morfoespecies) y posteriormente se identificaron en el Herbario Nacional de Bolivia, con la ayuda de claves dicotómicas. Además se contó con la colaboración de expertos. Para orquideas: Roberto Vasquez, aráceas: Amparo Acebey, bromeliáceas: Thorsten Krömer, Pteridofitas: Robbin C. Moran (NY), Iván Jiménez (LPB), M. Lehnert (GOET) y A.R. Smith (UC).

3.5 Análisis de la diversidad

Se evaluaron la diversidad alfa y la diversidad beta según Whittaker (1972). La similitud en la composición epifítica, entre los dos gradientes se comparó por medio de un análisis de componentes principales, un análisis de *clados* y de similitud utilizando el software SPSS 10.0 para Windows (® 1999 SPSS Inc.)

3.6 Estimación del número de especies por área

Con ambos muestreos por medio del estimador no paramétrico Chao 1 (Chao 1984) que es considerado entre los más robustos (Peterson & Slade 1998), se obtuvo el número estimado de especies para este gradiente

$$\text{Chao 1} = S + [a^2/2b]$$

donde:

S: número de especies observado

a: número de especies registrado una sola vez

b: número de especies registrado dos veces.

3.7 Análisis de la distribución vertical

Se contó el número de veces que una especie aparecía en una zona y las veces que aparecían en las zonas contiguas, determinando así los posibles límites de su distribución vertical. Seguidamente se estudio su forma de vida y otras características de crecimiento (holoepífitos o hemiepífitos) y morfológicas (suculencia de hojas o estructuras de reserva) que fueron comparadas con lo encontrado por otros investigadores (Hietz & Hietz-Seifert 1995b, Acebey & Krömer 2001, Krömer 2003,) para analizar si existían suficientes argumentos para sugerir algún tipo de “preferencia” por alguna zona de Johansson.

Ericaceae	<i>Spherospermum cordifolium</i> Benth.	1	1	1	1	1	1		1	1	1
Gesneriaceae	<i>Columnea</i> FMA 507						1	1		1	1
Grammitidaceae	<i>Ceradenia discolor</i> (Hook.)L.E. Bishop	1		1							
Grammitidaceae	<i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L. E. Bishop	1		1	1	1	1		1	1	1
Grammitidaceae	<i>Lellingeria</i> FMA 540							1	1		
Grammitidaceae	<i>Lellingeria subsessilis</i> (Baker) A.R. Sm. & R.C. Moran	1	1	1	1						
Grammitidaceae	<i>Melpomene</i> FMA 623	1									1
Grammitidaceae	<i>Melpomene</i> FMA 625	1									
Grammitidaceae	<i>Melpomene melanosticta</i> (Kunze)A.R.Sm. & R.C. Moran						1				
Grammitidaceae	<i>Melpomene xiphopteroides</i> (Liebm.) A.R. Sm. & R.C. Moran	1	1	1	1	1	1				
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum apiculatum</i> Mett. Ex Kuhn	1	1	1	1	1					1
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum axillare</i> Sw.		1			1					
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum brevistipes</i> Liebm.		1								
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum elegans</i> Spreng.	1									
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum fendlerianum</i> J.W.Sturm	1				1					
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i> FMA 303B										1
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i> FMA 308A			1							
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i> FMA 509A						1				
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum polyanthos</i> Bosch		1	1	1				1	1	
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum sección</i> (Mecodium)	1									
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum trichomanoides</i> Bosch	1	1								
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes ankersii</i> C. Parker ex Hook. & Grev.				1	1			1		1
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes</i> FMA 219A	1									
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes</i> FMA 308B			1							
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes</i> FMA 31A	1									
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes</i> FMA 66	1									
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes pilosum</i> Raddi			1							1
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes plumosum</i> Kunze	1		1							
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum andicola</i> (Fée) T. Moore							1			
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum auricomum</i> (Kunze) T. Moore	1	1	1	1	1	1				1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum blandum</i> Rosenst.		1			1					
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum erinaceum</i> (Fée) T. Moore					1					
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> FMA 282		1								
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> FMA 484										1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> FMA 520							1	1	1	
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> FMA 58	1			1						
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> FMA 596										1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> FMA 597										1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum glabellum</i> J. Sm.										1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum guentheri</i> Rosenst.	1	1	1		1					
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum laminarioides</i> (Fée) T. Moore										1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	1	1	1	1	1	1		1	1	1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum luridum</i> (Fée) H. Christ						1	1	1	1	1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum nigrescens</i> (Hook.) T. Moore ex Diels	1	1			1					
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum orbignyanum</i> (Fee) T. Moore	1									
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum productum</i> Rosenst.	1	1	1	1	1			1	1	
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum pulchrum</i> M.Kessler & Mickel		1								
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum wardiae</i> Mickel.					1					

Loranthaceae	<i>Antidaphne viscoidea</i> Poepp. & Endl.	1											
Loranthaceae	<i>Dendrophthora purpurea</i> Kuijt	1											
Loranthaceae	<i>Phoradendron crassifolium</i> (Pohl ex DC.) Eichler in Mart.					1	1		1				
Lycopodiaceae	<i>Huperzia linifolia</i> (L.) Trevis										1	1	
Lycopodiaceae	<i>Huperzia Ericifolia</i> (C. Presl) Holub					1							
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae</i> FMA 423					1					1	1	
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae</i> FMA 441					1							
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae</i> FMA 57	1				1							
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae</i> FMA 73	1	1			1	1						
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae</i> FMA 369B					1							
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae</i> FMA 377					1							
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae</i> FMA 608												1
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae</i> <i>rectiflora?</i> Triana & Planch		1										
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae</i> FMA 296		1										
Melastomataceae	<i>Adelobotrys adscendens</i> (Sw.) Triana					1							
Melastomataceae	<i>Adelobotrys</i> FMA 304		1										
Melastomataceae	<i>Adelobotrys</i> FMA 49	1		1									
Melastomataceae	<i>Adelobotrys</i> FMA 517								1	1			
Melastomataceae	<i>Adelobotrys</i> FMA 629		1										
Melastomataceae	<i>Adelobotrys macrophyla</i> Pilg.							1	1	1	1	1	1
Melastomataceae	<i>Adelobotrys monticola</i> Gleason							1					1
Melastomataceae	<i>Melastomataceae</i> FMA 485							1					
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis</i> FMA 515								1				
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis pendula</i> (Raddi) J.S.M.					1							
Orchidaceae	<i>Batemannia colleyi</i> Lindl.											1	
Orchidaceae	<i>Bifrenaria grandis</i> (Kraenzl.) Garay											1	1
Orchidaceae	<i>Brassavola cebolleta</i> Rchb. f.										1		
Orchidaceae	<i>Cryptocentrum</i> sp.	1											
Orchidaceae	<i>Dichaea campanulata</i> C.Schweinf							1					
Orchidaceae	<i>Dichaea hamata</i> Rolfe			1		1							
Orchidaceae	<i>Dichaea muricata</i> (Sw.) Lindl.							1					
Orchidaceae	<i>Dichaea trulla</i> Rchb. F.	1						1					
Orchidaceae	<i>Elleanthus capitatus</i> Jacq.	1	1										
Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> FMA 568										1		
Orchidaceae	<i>Elleanthus graminifolius</i> (Barb. Rodr.) Lojman.			1		1							
Orchidaceae	<i>Epidendrum alpicolum</i> Rchb. f.								1				
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> FMA 191	1		1	1	1							
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> FMA 607												1
Orchidaceae	<i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.			1							1		
Orchidaceae	<i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb. f.							1					
Orchidaceae	<i>Escaphyglottis</i> FMA 535									1	1	1	
Orchidaceae	<i>Gongora</i> FMA 366					1							
Orchidaceae	<i>Lepanthes</i> FMA 321			1									
Orchidaceae	<i>Lepanthes</i> FMA 75	1											
Orchidaceae	<i>Maxillaria alpestris</i> Lindl.			1									
Orchidaceae	<i>Maxillaria aurea</i> (Poepp. & Endl.) L.O. Williams			1	1								
Orchidaceae	<i>Maxillaria brachibulbon</i> Schltr.			1									
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 100			1	1			1			1	1	
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 168	1	1	1	1								

Vittariaceae	<i>Hecistopteris pumila</i> (Spreng.) J. Sm.								1		1	
Vittariaceae	<i>Radiovittaria stipitata</i> (Kuze) E.H. Crane	1	1	1			1	1			1	
Vittariaceae	<i>Vittaria</i> FMA 588										1	
Vittariaceae	<i>Vittaria lineata</i> (L.)Sm.	1										
Vittariaceae	<i>Vittaria?</i> FMA 65	1										

A. Pauje Yuyo

En el inventario de cinco parcelas correspondientes a un área total de 0,2 ha, se registraron 127 especies de epífitas vasculares (incluyendo las morfoespecies) correspondientes a 54 géneros y 24 familias.

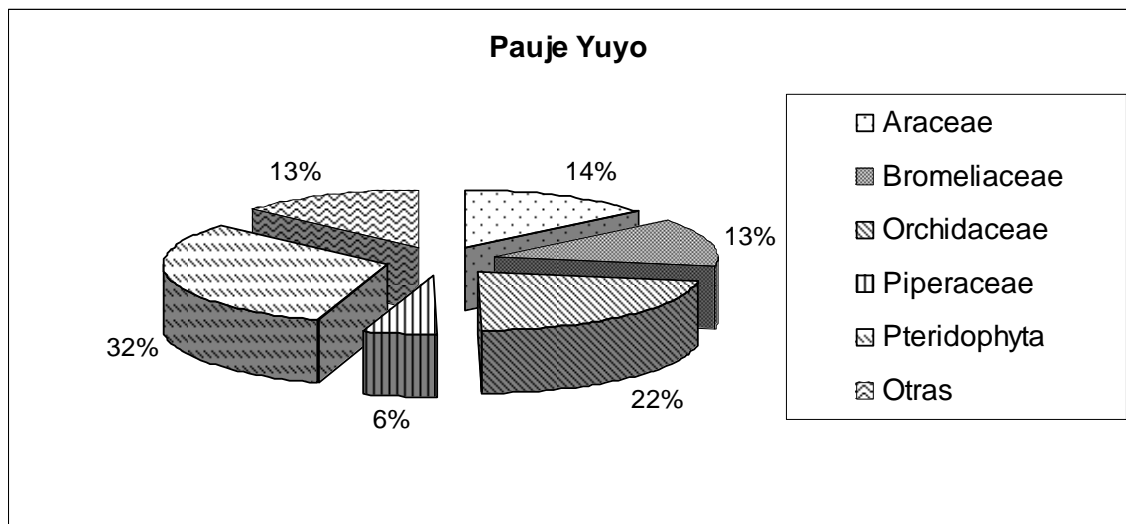


Figura 7. Riqueza de especies de epífitas por familia en porcentaje para la localidad A (Pauje Yuyo).

Claramente las especies de Pteridophyta son las más numerosas con un 32% reunidas en 20 géneros (Fig. 7), seguidas por las Orchidaceae con 22% reunidas en 11 géneros, y Otras familias con porcentajes de 1-2% son Cactaceae, Clusiaceae, Ericaceae Gesneriaceae, Marcgraviaceae, Melastomataceae, y Rubiaceae (ver Anexo 2).

Por otra parte, la curva de acumulación de especies por área de la localidad A Pauje Yuyo (Fig. 8), muestra cierta estabilización. Sin embargo, está claro que para tener una mejor evaluación se requiere de más parcelas de muestreo.

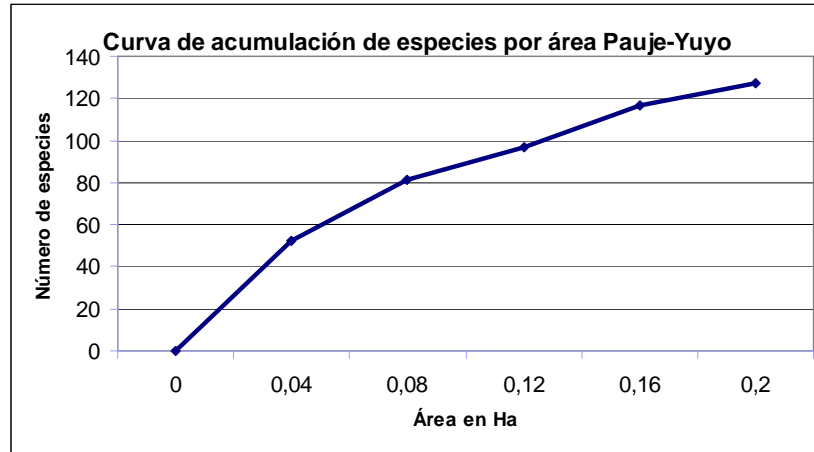


Figura 8. Curva de acumulación de especies en la localidad A Pauje Yuyo.

B. Wayrapata

En esta localidad con un área total inventariada de 0,2 ha, se registraron un total de 201 especies de epífitas vasculares (incluyendo las morfoespecies) correspondientes a 61 géneros y 25 familias.

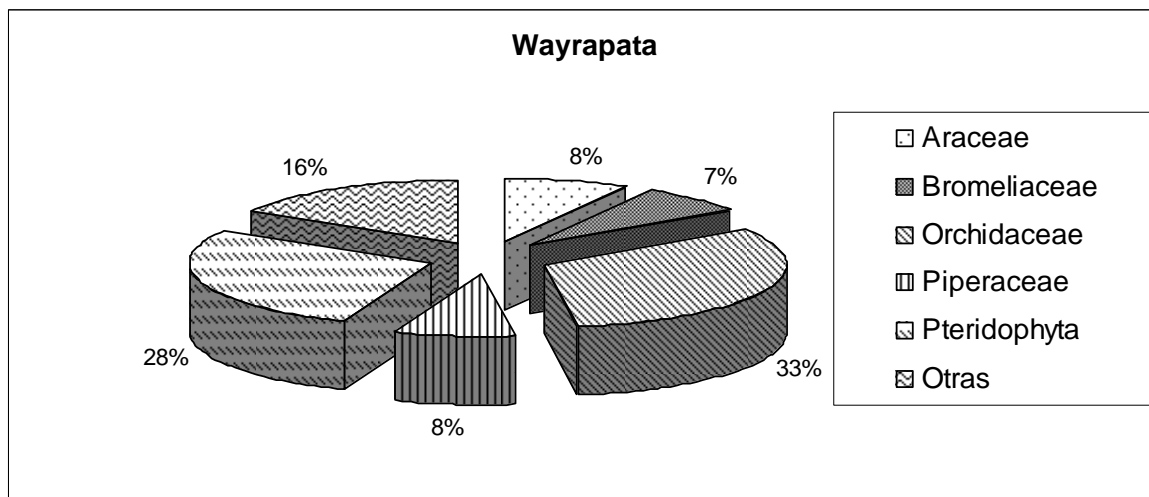


Figura 9. Riqueza de especies de epífitas por familia en porcentaje para la localidad B (Wayrapata).

En este caso la familia Orchidaceae es la más diversa con 33% en 17 géneros, seguida de Pteridophyta con 28% en 19 géneros, las otras familias alcanzan en conjunto el 16 %. De

éstas, Marcgraviaceae, Rubiaceae y Araliaceae son algunas de las que presentan mayor número de especies (ver Anexo 2).

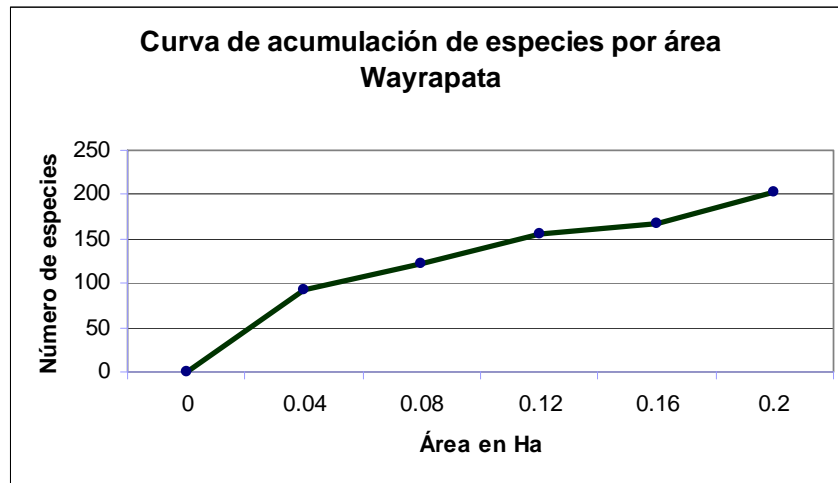


Figura 10. Curva de acumulación de especies en la localidad B Wayrapata.

En cuanto al área de muestreo, la curva de acumulación de especies (Fig. 10), muestra cierta estabilización en las 0,16 ha, sin embargo la última parcela cambia la tendencia de la curva con un incremento notorio.

4.1.1 Riqueza total de especies mediante el estimador de Chao I

Usando el estimador de Chao (1984), la riqueza total de especies estimada para ambas localidades es:

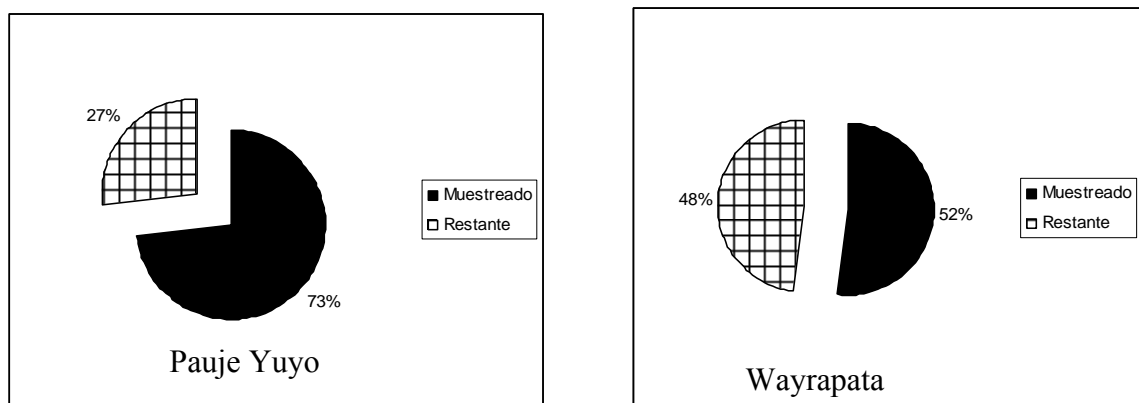


Figura 11. Estimación del porcentaje de especies registrado y restante en ambas localidades por medio del estimador Chao I.

Este resultado muestra que para este bosque todavía se necesita más muestreos para alcanzar a registrar la diversidad total del mismo. Según este estimador faltarían por ser registradas alrededor del 27% de las especies sobre las muestreadas en Pauje Yuyo, y para Wayrapata faltarían ser registradas alrededor del 48% de las especies.

4.2 Diversidad β de epífitas localidad A vs localidad B

En total entre ambas localidades se registraron 280 especies, de las cuales 79 son exclusivas de Pauje Yuyo, 153 son exclusivas de Wayrapata; y solo se inventariaron 48 especies en común entre ambas localidades (Ver tabla 3). Estos valores de cambio de especies muestran una alta diversidad $\beta = 79 + 153 = 232$.

Tabla 3. Lista de especies comunes entre Pauje Yuyo y Wayrapata

Araceae	<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Schott.
Araceae	<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.
Araceae	<i>Philodendron caudatum</i> K. Krause.
Araceae	<i>Philodendron heterophyllum</i> Poepp.
Araceae	<i>Philodendron ornatum</i> Schott.
Araceae	<i>Stenospermation</i> FMA 294
Araceae	<i>Stenospermation killipii?</i> Croat & A.P. Gomez
Aspleniaceae	<i>Asplenium angustum</i> S.W.
Bromeliaceae	<i>Guzmania killipiana</i> L.B.Sm.
Bromeliaceae	<i>Mezobromelia pleiosticha</i> (Griseb) Utley & H. Luther
Bromeliaceae	<i>Racinaea spiculosa</i> (Griseb) M.A. Spencer & L.B. Sm.
Bromeliaceae	<i>Tillandsia/Vriesea</i>
Bromeliaceae	<i>Vriesea heterandra</i> (Andre.) L.B. Sm.
Cactaceae	<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw
Clusiaceae	<i>Clusia trochiformis</i> Vesque
Clusiaceae	<i>Havetiopsis flexilis</i> Spruce ex Planch. & Triana
Dryopteridaceae	<i>Oleandra</i> FMA 310
Ericaceae	<i>Sphyrospermum cordifolium</i> Benth.
Grammitidaceae	<i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L. E. Bishop
Grammitidaceae	<i>Melpomene</i> FMA 623
Grammitidaceae	<i>Melpomene xiphopteroides</i> (Liebm.) A.R. Sm. & R.C. Moran
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum apiculatum</i> Mett. Ex Kuhn
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum polyanthos</i> Bosch
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes ankersii</i> C. Parker ex Hook. & Grev.
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes pilosum</i> Raddi
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum auricomum</i> (Kunze) T. Moore

Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum productum</i> Rosenst.
Loranthaceae	<i>Phoradendron crassifolium</i> (Pohl ex DC.) Eichler in Mart.
Marcgraviaceae	Marcgraviaceae FMA 423
Orchidaceae	<i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 100
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 582
Orchidaceae	<i>Maxillaria notylioglossa</i> Rchb. f.
Orchidaceae	<i>Maxillaria pendens</i> Pabst
Orchidaceae	<i>Maxillaria splendens</i> Poepp. & Endl.
Orchidaceae	<i>Octomeria</i> FMA 230
Orchidaceae	<i>Pleurothallis alopex</i> Luer
Orchidaceae	<i>Pleurothallis flexuosa</i> (Poepp. & Endl.) Lindl.
Orchidaceae	<i>Pleurothallis polygonoides</i> Griseb
Orchidaceae	<i>Reichenbachanthus reflexus</i> (Lindl.) Brade
Piperaceae	<i>Peperomia delicatula</i> (Hensch)
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 28
Polypodiaceae	<i>Microgramma lycopodioides</i> (L.) Copel
Polypodiaceae	<i>Polypodium levigatum</i> Cav.
Rubiaceae	<i>Notopleura epiphytica</i> (K. Krause) C.M. Taylor
Selaginellaceae	<i>Selaginella haematodes</i> (Kunze) Spring
Vittariaceae	<i>Radiovittaria stipitata</i> (Kunze) E.H. Crane

Por otra parte en el análisis de *clados* muestra la afinidad florística dentro las parcelas de Wayrapata y Pauje Yuyo y la diferencia entre ambas localidades. En la figura 12 se observa como se han agrupado las localidades, y además las exposiciones de las parcelas.

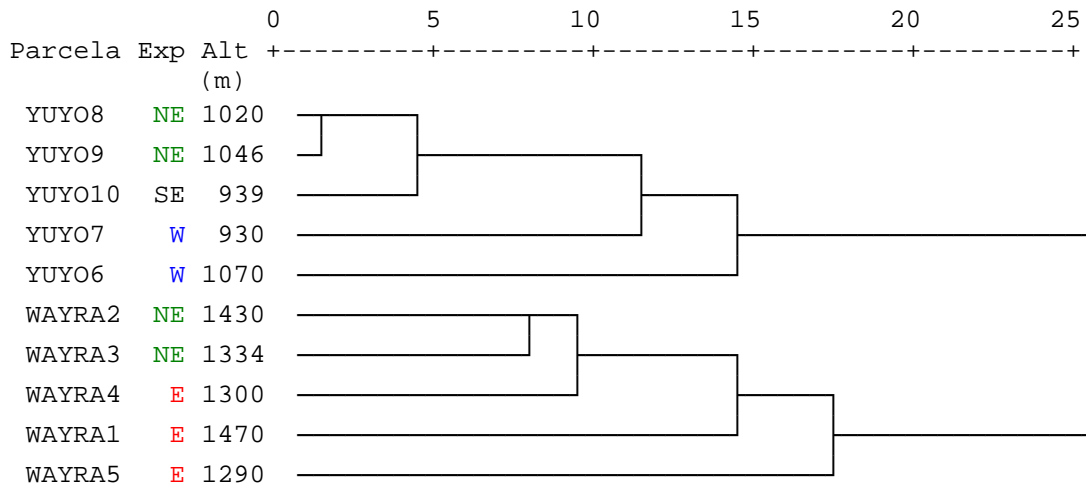


Figura 12. Análisis de *clados* usando correlación de Pearson.

En un análisis de componentes principales (Fig. 13) la similitud florística de las dos localidades corrobora lo encontrado por el análisis de *clados*. A pesar de que se forman claramente 2 grupos correspondientes a las dos localidades, las especies dentro de cada grupo no muestran diferencias amplias en su distribución, lo cual se atribuye a los pocos parámetros ecológicos evaluados.

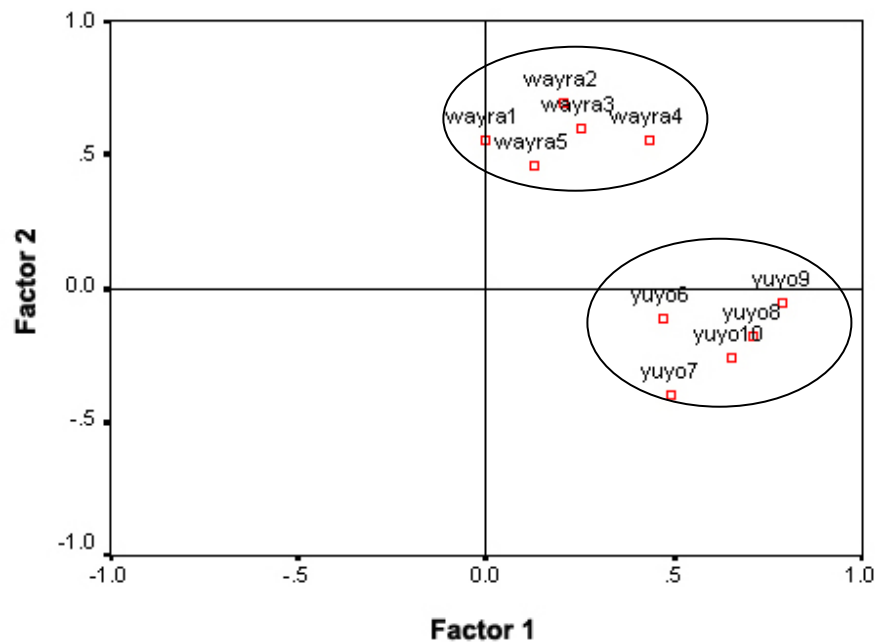


Figura 13. Similitud florística entre ambas localidades: Wayrapata y Pauje Yuyo (Componentes principales, sin rotación). Se separan claramente las 2 localidades.

Se estudió además la correlación de la vegetación epifítica comparándola entre todas las evaluaciones, es decir las especies de los forófitos más las correspondientes a parcelas de ambas localidades. Como se puede notar en la tabla 4, los valores de similitud son bajos en general, los más altos son los que relacionan las parcelas de Pauje Yuyo entre sí. El valor más alto de similitud entre las localidades se presenta entre la parcela 9 de Pauje Yuyo y la 4 de Wayrapata.

Tabla 4. Similitud entre la vegetación epifítica de las evaluaciones en parcelas de las dos localidades.

	Wayrapata 1	Wayrapata 2	Wayrapata 3	Wayrapata 4	Wayrapata 5	Pauje Yuyo 6	Pauje Yuyo 7	Pauje Yuyo 8	Pauje Yuyo 9
Wayrapata 2	.237								
Wayrapata 3	.179	.337							
Wayrapata 4	.228	.300	.311						
Wayrapata 5	.052	.260	.118	.193					
Pauje Yuyo 6	-.083	.051	.005	.091	.060				
Pauje Yuyo 7	-.143	-.096	-.064	.020	-.108	.191			
Pauje Yuyo 8	-.041	.013	.043	.143	.041	.159	.361		
Pauje Yuyo 9	-.011	.083	.129	.235	.058	.254	.258	.475	
Pauje Yuyo 10	-.087	-.044	.016	.105	-.075	.232	.217	.351	.456

En cuanto a la riqueza de especies en los forófitos, los árboles de Pauje Yuyo son en general menos diversos que los de Wayrapata (Fig. 14), al igual que lo que se observó en las parcelas.

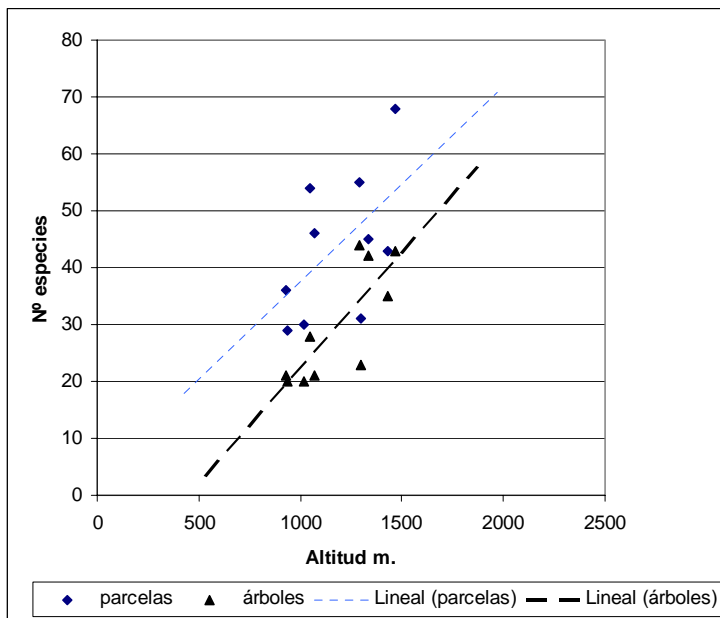


Figura 14. Número de especies de epifitas en sólo parcelas (◆) y sólo árboles (▲) en el gradiente altitudinal de ambas localidades.

La proporción del cambio de especies a nivel de familias es más alto para Orchidaceae, y para Bromeliaceae. En la tabla se aprecia el porcentaje de especies comunes, siendo el menor para Orchidaceae con 13,4%.

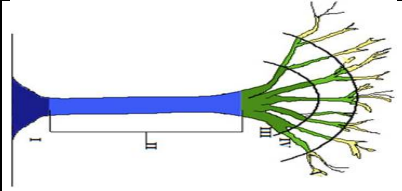
Tabla 5. Número de especies registrado en ambos muestreos, número de especies comunes y su proporción.

Familia	Nº de especies totales	Nº de especies comunes	% de especies comunes
Araceae	28	7	25
Bromeliaceae	26	5	19,2
Orchidaceae	82	11	13,4
Pteridophyta	80	16	20

4.3 Distribución vertical y diversidad de especies en las zonas de Johansson

Se muestrearon 10 forófitos (ver tabla 7), cinco árboles en Wayrapata y cinco árboles en Pauje Yuyo, en estos se registro las especies de epífitas en las zonas de Johansson en la tabla 6. Como se observa en esta tabla, hay muy pocas especies restringidas a una sola zona de Johansson, y una sola que se encontro en todas las zonas de Johansson (Maxillaria FMA 582). Las zonas con menor número de especies son la zona 1 y la zona 5.

Tabla 6. Presencia de todas las especies de epífitas registradas en ambas localidades en las zonas de Johansson sobre los forófitos.

Familia	Nombre Científico	Zonas de Johansson	
Araceae	<i>Anthurium beckii</i>	1,2	1 2
Araceae	<i>Anthurium gracile</i>	2,3,4	2 3 4
Araceae	<i>Anthurium scandens</i>	2,3,4	2 3 4
Araceae	<i>Philodendron brandtianum</i>	1,2,3	1 2 3
Araceae	<i>Philodendron caudatum</i>	1	1
Araceae	<i>Philodendron deltoideum</i>	2	2
Araceae	<i>Philodendron FMA 436</i>	2	2
Araceae	<i>Philodendron ornatum</i>	1,3	1 3
Araceae	<i>Stenospermatation FMA 294</i>	3	3
Araceae	<i>Stenospermatation killipii</i>	2	2
Araceae	<i>Stenospermatation rusbyi</i>	2	2

Araliaceae	<i>Schefflera</i> FMA 434	2	2					
Araliaceae	<i>Schefflera</i> FMA 214	4					4	
Aspleniaceae	<i>Asplenium angustum</i>	4					4	
Bromeliaceae	<i>Aechmea</i> FMA 546	5						5
Bromeliaceae	<i>Billbergia/Pitcairnia</i>	4					4	
Bromeliaceae	<i>Bromeliaceae</i> FMA 462	2	2					
Bromeliaceae	<i>Guzmania calothyrsa</i>	3				3		
Bromeliaceae	<i>Guzmania</i> FMA 524	1,2,5	1	2				5
Bromeliaceae	<i>Guzmania gloriosa</i>	3,4				3	4	
Bromeliaceae	<i>Guzmania killipiana</i>	1,2,3,4	1	2		3	4	
Bromeliaceae	<i>Guzmania marantoidea</i>	3				3		
Bromeliaceae	<i>Guzmania retusa</i>	3,4				3	4	
Bromeliaceae	<i>Mezobromelia pleiosticha</i>	2,3,4	2			3	4	
Bromeliaceae	<i>Racinaea spiculosa</i>	2,3,4,5	2			3	4	5
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> FMA 628	4					4	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia rubella</i>	4					4	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia rusbyi</i>	3,4,5				3	4	5
Bromeliaceae	<i>Tillandsia/Vriesea</i>	2,4,5	2				4	5
Bromeliaceae	<i>Vriesea heterandra</i>	2,3,4,5	2			3	4	5
Bromeliaceae	<i>Vriesea/Tillandsia</i>	4,5					4	5
Bromeliaceae	<i>Werauhia gladioliflora</i>	2,3,4	2			3	4	
Cactaceae	<i>Rhipsalis</i> sp1	5						5
Cactaceae	<i>Epiphyllum phyllanthus</i>	2	2					
Cactaceae	<i>Rhipsalis</i> FMA 425	3				3		
Cactaceae	<i>Rhipsalis</i> FMA 543	2	2					
Clusiaceae	<i>Clusia pseudomangle</i>	2,4	2				4	
Clusiaceae	<i>Clusia trochiformis</i>	2,3,4	2			3	4	
Clusiaceae	<i>Havetiopsis flexilis</i>	3,4				3	4	
Dryopteridaceae	<i>Oleandra</i> FMA 310	2,3	2			3		
Ericaceae	<i>Ericaceae</i> FMA 150	2,4	2				4	
Ericaceae	<i>Ericaceae</i> FMA 213	4					4	
Ericaceae	<i>Sphyraspermum buxifolium</i>	2	2					
Ericaceae	<i>Sphyraspermum cordifolium</i>	2,3,4	2			3	4	
Grammitidaceae	<i>Ceradenia discolor</i>	3				3		
Grammitidaceae	<i>Cochlidium serrulatum</i>	2,3,4,5	2			3	4	5
Grammitidaceae	<i>Lellingeria</i> FMA 540	2	2					
Grammitidaceae	<i>Lellingeria subsessilis</i>	1,2	1	2				
Grammitidaceae	<i>Melpomene melanosticta</i>	4					4	
Grammitidaceae	<i>Melpomene xiphopteroides</i>	3,4,5				3	4	5
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum apiculatum</i>	2,3,4,5	2			3	4	5
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum axillare</i>	3,4				3	4	
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum fendlerianum</i>	3,4				3	4	
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i> FMA 303B	2	2					
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i> FMA 308A	1	1					
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum polyanthos</i>	3				3		
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum trichomanoides</i>	2,3	2			3		
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes ankersii</i>	1,2	1	2				
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes</i> FMA 219A	3				3		
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes pilosum</i>	1	1					

Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum auricomum</i>	2,3,4		2	3	4	
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum blandum</i>	5					5
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum FMA 282</i>	4				4	
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum FMA 58</i>	2,3		2	3		
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum FMA 596</i>	1	1				
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum FMA 597</i>	1	1				
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum glabellum</i>	2,4		2		4	
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum guentheri</i>	2		2			
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum lingua</i>	2,3,4,5		2	3	4	5
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum luridum</i>	1,2,3	1	2	3		
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum nigrescens</i>	2		2			
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum productum</i>	2,3,4		2	3	4	
Loranthaceae	<i>Antidaphne viscoidea</i>	5					5
Loranthaceae	<i>Phoradendron crassifolium</i>	3			3		
Lycopodiaceae	<i>Huperzia ericifolia</i>	4				4	
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae FMA 441</i>	1	1				
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae FMA 57</i>	2,3		2	3		
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae FMA 73</i>	2		2			
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae FMA 369B</i>	3			3		
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae FMA 608</i>	3			3		
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae FMA rectiflora?</i>	3			3		
Melastomataceae	<i>Adelobotrys adscendens</i>	3			3		
Melastomataceae	<i>Adelobotrys FMA 517</i>	1	1				
Melastomataceae	<i>Adelobotrys macrophyla</i>	1,2	1	2			
Orchidaceae	<i>Brassavola cebolleta</i>	2		2			
Orchidaceae	<i>Cryptocentrum sp.</i>	4				4	
Orchidaceae	<i>Dichaea hamata</i>	2,3		2	3		
Orchidaceae	<i>Dichaea muricata</i>	3			3		
Orchidaceae	<i>Dichaea trulla</i>	2,4		2		4	
Orchidaceae	<i>Elleanthus capitatus</i>	2,3,4		2	3	4	
Orchidaceae	<i>Elleanthus FMA 568</i>	2		2			
Orchidaceae	<i>Elleanthus graminifolius</i>	4,5				4	5
Orchidaceae	<i>Epidendrum FMA 191</i>	2,3,4,5		2	3	4	5
Orchidaceae	<i>Epidendrum FMA 607</i>	3,4			3	4	
Orchidaceae	<i>Epidendrum ramosum</i>	4				4	
Orchidaceae	<i>Epidendrum strobiliferum</i>	5					5
Orchidaceae	<i>Escaphyglottis FMA 535</i>	4				4	
Orchidaceae	<i>Gongora FMA 366</i>	3			3		
Orchidaceae	<i>Lepanthes FMA 321</i>	4				4	
Orchidaceae	<i>Maxillaria aurea</i>	2,3			3		
Orchidaceae	<i>Maxillaria brachibulbon</i>	4				4	
Orchidaceae	<i>Maxillaria FMA 100</i>	3,4			3	4	
Orchidaceae	<i>Maxillaria FMA 168</i>	2,3,4		2	3	4	
Orchidaceae	<i>Maxillaria FMA 227</i>	2		2			
Orchidaceae	<i>Maxillaria FMA 275</i>	3			3		
Orchidaceae	<i>Maxillaria FMA 473</i>	3,4			3	4	
Orchidaceae	<i>Maxillaria FMA 582</i>	1,2,3,4,5	1	2	3	4	5
Orchidaceae	<i>Maxillaria FMA 609</i>	3			3		
Orchidaceae	<i>Maxillaria notylioglossa</i>	2,3,4,5		2	3	4	5

Orchidaceae	<i>Maxillaria pendens</i>	2,3,4	2	3	4
Orchidaceae	<i>Maxillaria splendens</i>	3,4		3	4
Orchidaceae	<i>Myoxanthus FMA 197</i>	3		3	
Orchidaceae	<i>Octomeria boliviensis</i>	3,4		3	4
Orchidaceae	<i>Octomeria FMA 198</i>	4			4
Orchidaceae	<i>Octomeria FMA 228</i>	2	2		
Orchidaceae	<i>Octomeria FMA 230</i>	2,3,4	2	3	4
Orchidaceae	<i>Octomeria FMA 253</i>	3		3	
Orchidaceae	<i>Octomeria FMA 277</i>	3		3	
Orchidaceae	<i>Octomeria FMA 463</i>	2	2		
Orchidaceae	<i>Pachyphyllum sp.</i>	4			4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis alopex</i>	3,4		3	4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis deserta</i>	3		3	
Orchidaceae	<i>Pleurothallis flexuosa</i>	4			4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis floribunda</i>	2	2		
Orchidaceae	<i>Pleurothallis FMA 187</i>	2,4			4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis FMA 290</i>	3		3	
Orchidaceae	<i>Pleurothallis FMA 305</i>	4			4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis FMA 314</i>	2	2		
Orchidaceae	<i>Pleurothallis FMA 323</i>	4			4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis FMA 324</i>	4			4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis FMA 419</i>	3		3	
Orchidaceae	<i>Pleurothallis polygonoides</i>	2,3,4	2	3	4
Orchidaceae	<i>Reichenbachanthus reflexus</i>	4,5			4 5
Orchidaceae	<i>Scaphyglottis boliviensis</i>	3,4		3	4
Orchidaceae	<i>Stelis FMA 194</i>	3,4		3	4
Orchidaceae	<i>Stelis FMA 325</i>	4			4
Orchidaceae	<i>Stelis FMA 326</i>	4			4
Orchidaceae	<i>Stelis FMA 332</i>	4			4
Orchidaceae	<i>Stelis purpurea</i>	4			4
Piperaceae	<i>Peperomia delicatula</i>	1,2,3	1	2	3
Piperaceae	<i>Peperomia FMA 167</i>	1	1		
Piperaceae	<i>Peperomia FMA 28</i>	2,3,4		2	3 4
Piperaceae	<i>Peperomia FMA 386</i>	1,3			
Piperaceae	<i>Peperomia FMA 606</i>	3			3
Polypodiaceae	<i>Microgramma lycopodioides</i>	3,4,5			3 4 5
Polypodiaceae	<i>Polypodium FMA 297</i>	2	2		
Polypodiaceae	<i>Polypodium FMA 311</i>	2	2		
Polypodiaceae	<i>Polypodium levigatum</i>	2,3,4		2	3 4
Rubiaceae	<i>Hillia FMA 600</i>	2	2		
Rubiaceae	<i>Notopleura epiphytica</i>	2,3,4	2	3	4
Selaginellaceae	<i>Selaginella chrysoleuca</i>	1	1		
Selaginellaceae	<i>Selaginella flexuosa</i>	1	1		
Solanaceae	<i>Solanaceae FMA 523</i>	3			3
Vittariaceae	<i>Hecistopteris pumila</i>	2	2		
Vittariaceae	<i>Radiovittaria stipitata</i>	1,2,3	1	2	3

Los forófitos que se muestrearon se seleccionaron dentro de la parcela, por ser los más grandes y con mayor cobertura de epífitas, solamente 2 correspondían a la misma especie: *Sloanea sp.* El resto de las especies se registran en la tabla 7.

Tabla 7. Forófitos y número de especies registrados en las dos localidades.

Árbol	Familia	Especie	Nº Especies de epífitas
Wayra 1	Chrysobalanaceae	(AAD 172)	43
Wayra 2	Moraceae	<i>Ficus sp.</i>	35
Wayra 3	Euphorbiaceae	<i>Hieronyma moritziana</i> (AAD 366)	42
Wayra 4	Euphorbiaceae	<i>Richeria grandis</i> (AAD 474)	23
Wayra 5	Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	44
Yuyo 6	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp.</i> (AAD 645)	21
Yuyo 7	Olacaceae	<i>Heisteria acuminata</i> (AAD 692)	21
Yuyo 8	Humiriaceae	<i>Humiriastrum mapiriense</i> (AAD 745)	20
Yuyo 9	Elaeocarpaceae	<i>Sloanea sp.</i> (AAD 645)	28
Yuyo 10	Chrysobalanaceae	FMA 619	20

Las gráficas de la figura 15 muestran la proporción de especies en las zonas de Johansson es diferente en ambas localidades, pero el mayor número de especies está localizado en las zonas centrales del árbol, es decir las zonas 2 (tronco superior), 3 (ramificaciones primarias) y 4 (ramas secundarias y terciarias) sin embargo las zonas 2 y 4 difieren entre los forófitos de ambas localidades.

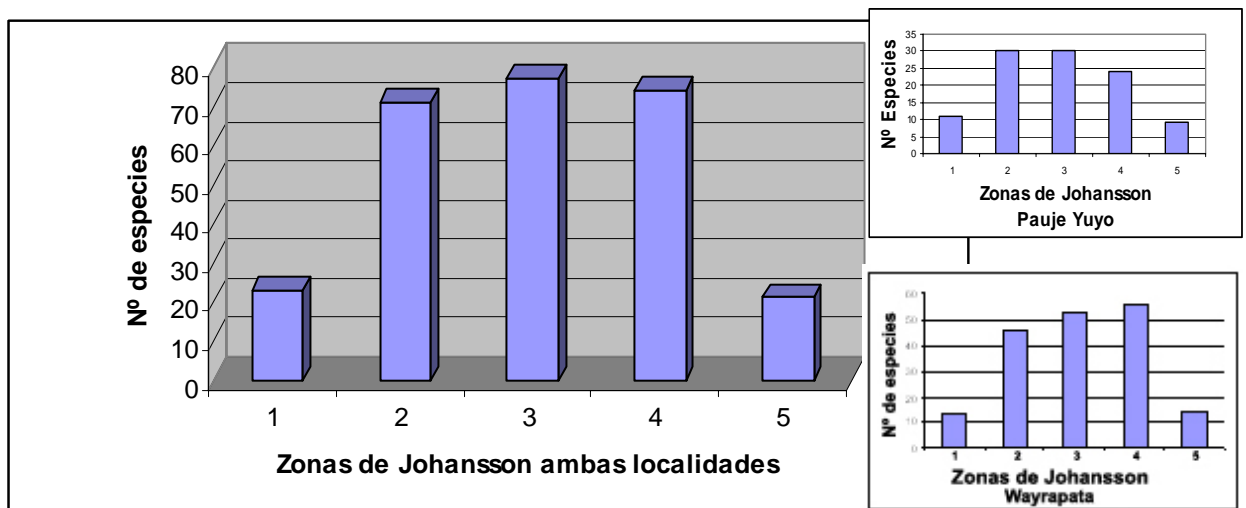


Figura 15. Diversidad total de epífitas en las zonas de Johansson (1974) en los forófitos de las dos localidades.

En la figura 16 se observa claramente la predominancia de las especies de Orchidaceae y Pteridophyta, seguidas de Bromeliaceae y Araceae, este último sin especies de dosel (ausentes de la zona 5). Por el contrario las orquídeas casi no están presentes en la base del tronco (Zona 1) mientras que las Pteridophyta están presentes en todas las zonas del forófito.

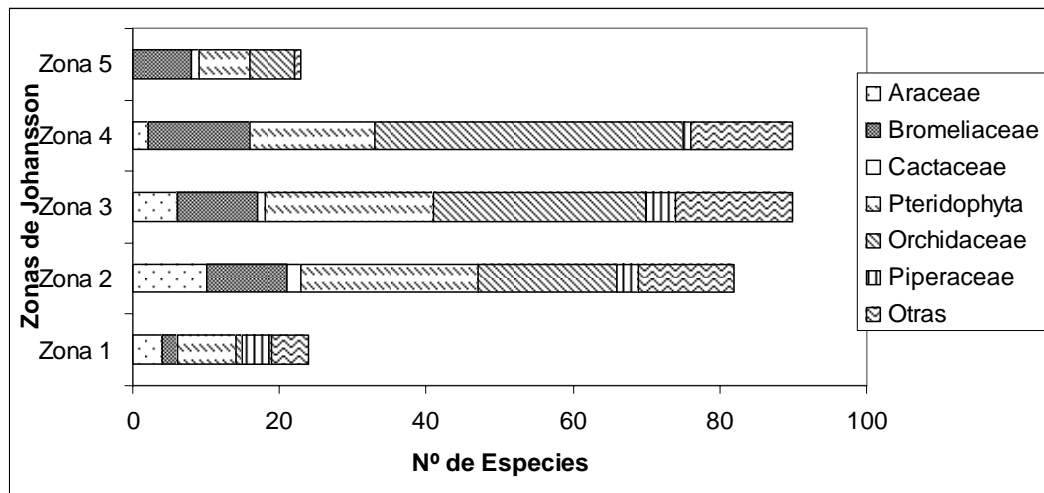


Figura. 16. Diversidad de epífitas: Distribución vertical en las zonas de Johansson

La proporción de especies por familia en ambas localidades se observa en la figura 17, y muestra la importancia relativa de las familias en las zonas de Johansson. Se observa que en ambas localidades la familia Araceae disminuye su presencia a medida que sube en las zonas del forófito, Piperaceae tiene un patrón parecido en ambas zonas, pero en Pauje Yuyo mantiene su proporción en vez de disminuir, a diferencia de lo observado en Wayrapata. Las Orchidaceae junto con Pteridophyta son los taxa mejor representados en todas las zonas del forófito. Sin embargo, en Pauje Yuyo, para la zona 5, ambas son muy reducidas en su diversidad y más bien Bromeliaceae es la más diversa.

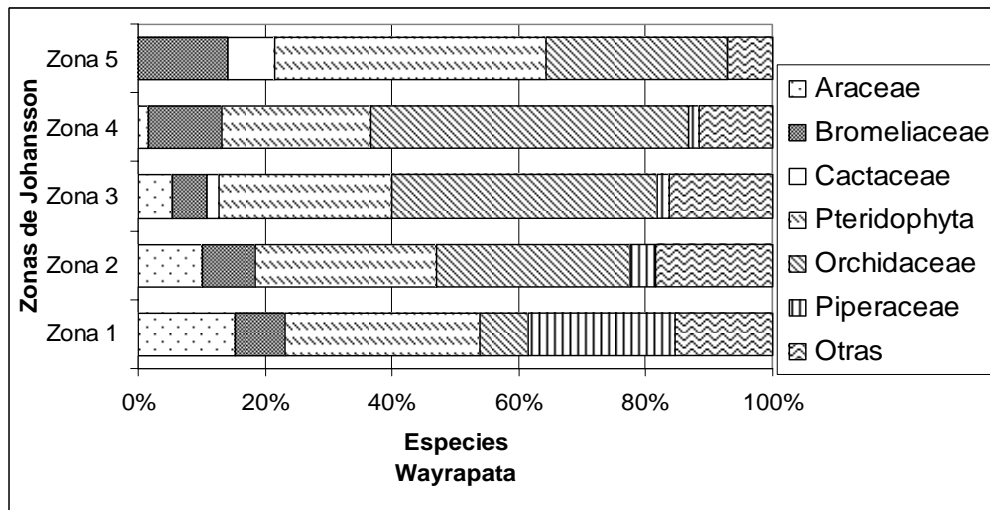
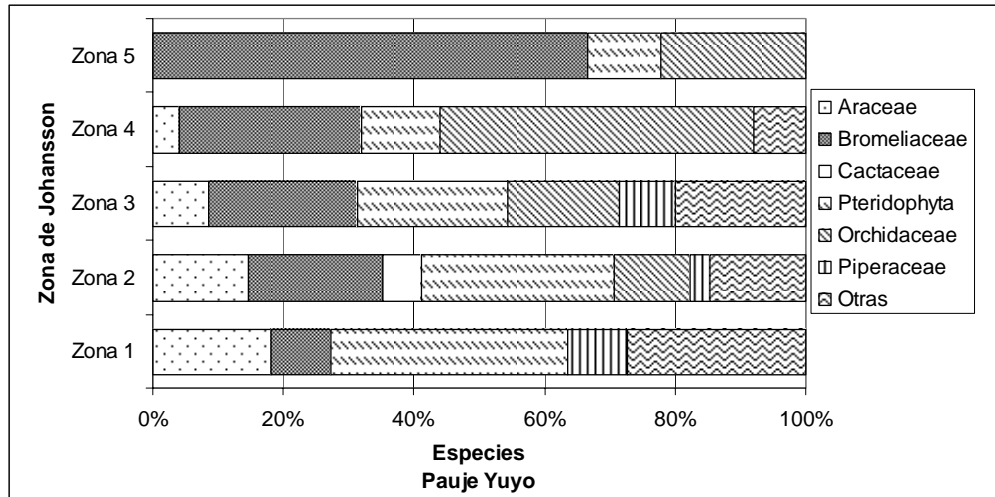


Figura. 17. Porcentaje de especies para la distribución vertical en las zonas de Johansson en ambas localidades.

4.4. Presencia de epífitas en las zonas de Johansson

La mayor frecuencia de algunas especies en determinada zona de Johansson podría deberse a que éstas encuentran un hábitat favorable en esa zona. En este estudio sin embargo, se encontraron gran cantidad de especies generalistas, es decir aquellas cuya frecuencia no está restringida a una o pocas zonas de Johansson contiguas. En la figura 18 se observan cuatro especies con mayor frecuencia en zonas contiguas.

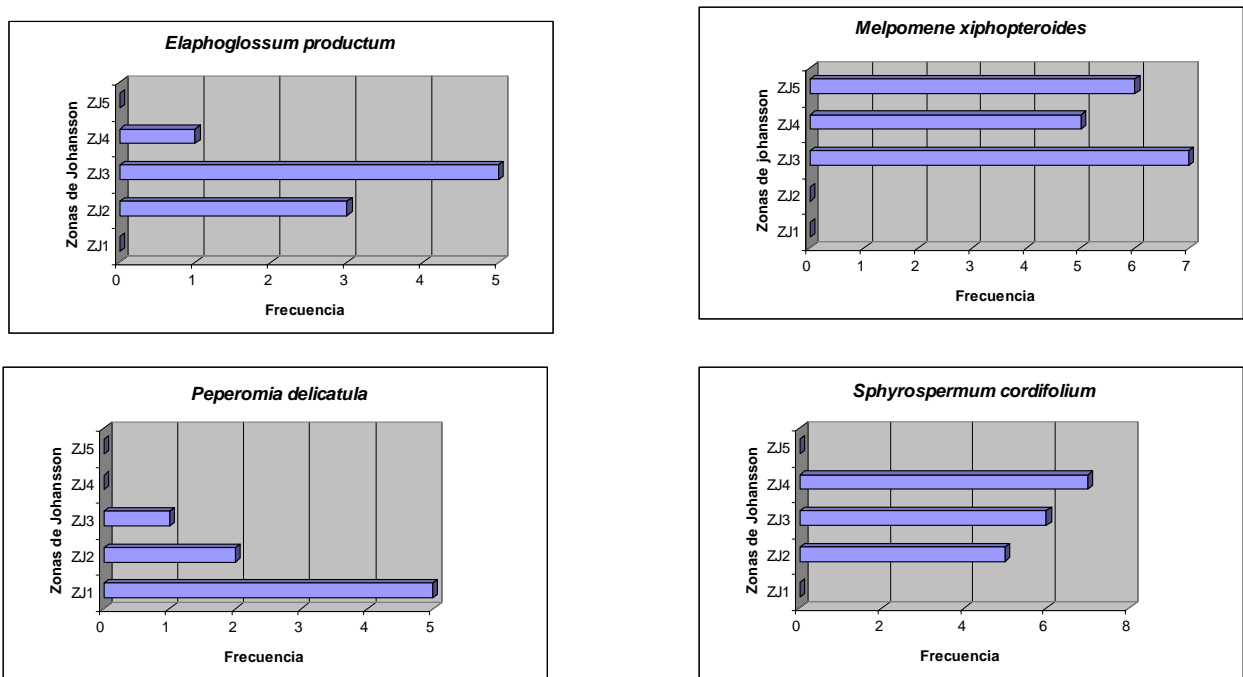


Figura 18. Distribución vertical de las cuatro especies con mayor frecuencia en zonas contiguas de Johansson.

La especie *Elaphoglossum productum* (Lomariopsidaceae) se distribuye desde la zona 2 a la zona 4, siendo su mayor frecuencia en la zona 3, mientras que *Melpomene xiphopteroides* (Grammitidaceae) alcanza la zona 5, mostrando al parecer, tolerancia a una mayor exposición al sol. Por el contrario, *Peperomia delicatula* (Piperaceae) con hojas redondeadas algo suculentas, se encuentra en las partes más bajas del forófito. Una Ericaceae, *Sphryspermum cordifolium* que en otros estudios se anota como generalista (Krömer 2003), en este caso aparece más bien con mayor frecuencia en las zonas 3 y 4 (Fig. 18).

5. Discusión

5.1. Diversidad florística en las localidades A y B

El rango altitudinal del inventario de este estudio (930–1470 m) es poco conocido. Aparte de pocos estudios florísticos generales, existe un solo estudio específico en diversidad de epífitas para Bolivia que abarca este rango altitudinal en una formación boscosa similar que corresponde a Krömer *et al.* (2005). En la región Neotropical, no son muchos los estudios a nivel de epífitas, los países con mayor área muestreada son México, Perú y Guianas (Wolf & Flamenco-S 2003). Algunos estudios que abarcan este rango altitudinal se observan en la tabla 8, el número de especies de este estudio es relativamente alto respecto a otros inventarios, pero menor al de las especies encontradas por Ibisch (1996) en un área más pequeña. Por otra parte, comparando el presente estudio con el de Webster & Rhode (2001), realizado en 22.000 ha de bosque nublado de Ecuador, el número de especies encontrado en Apolobamba resulta casi la mitad pero en un área mucho menor (0.2 ha). No se debe olvidar que esta comparación es sesgada por las diferencias en el tamaño del área y métodos de muestreo de todos estos estudios.

Tabla 8. Inventarios de epífitas vasculares, altitud, área evaluada y número total de especies

Fuente	Sitio de Estudio	Altitud m	Area Muestreada ha	Diversidad alfa (Riqueza de especies)
Este Estudio	Bolivia, Pauje Yuyo	900-1.000	0,2	127
Este Estudio	Bolivia, Wayrapata	1.279-1.500	0,2	201
Sudgen & Robins 1979	Colombia, Santa Marta	1.400-2.000	0,04	26
Hietz & Hietz 1995	Mexico, Xalapa	1.000	0,068	40

Hietz & Hietz 1995	Mexico, Xalapa	1.430	0.063	53
Hietz & Hietz 1995b	Mexico, Xalapa *	1.370	0.09	22
Ibisch 1996	Bolivia, Sehuencas	2.100-2.200	0,08	156
Ibisch 1996	Bolivia Valle de Sehuencas	2.100-2.300	-	204
Ingram et al. 1996	Costa Rica, Monteverde	1500-1550	20	333
Küper et al. 2004	Ecuador, Otonga	1400-2200	1000	456
Webster & Rhode 2001	Ecuador Maquipucuna	1100-2800	22.000	453

Para la localidad A: Pauje Yuyo (rango altitudinal: 930-1070), se inventariaron 127 especies para un área muestreada de 0,2 ha es decir 2000 m² (incluyendo 5 árboles completos). En este inventario se destacan las Pteridophyta con 40 especies (30 %), Orchidaceae con 28 especies (22 %), seguidamente de Araceae con 18 especies (14 %) y Bromeliaceae con 17 especies (13 %), y el género *Peperomia* (Piperaceae) con 7 especies (6%), además de Ericaceae, Cyclanthaceae, Clusiaceae, Cactaceae entre otras con 17 especies (14%). En este caso la familia más diversa es Orchidaceae, aunque como taxa Pteridophyta presenta mayor número de especies.

Para la Localidad B: Wayrapata (rango altitudinal: 1290-1470), con el mismo método se inventariaron 203 especies, esto es Orchidaceae con la mayor riqueza con 65 especies (32 %), seguida por Pteridophyta con 56 especies (28 %), Araceae con 17 especies (9 %) y Piperaceae con 16 especies (8%), Bromeliaceae con 14 especies (7%), y otras familias en total con 33 especies (16%).

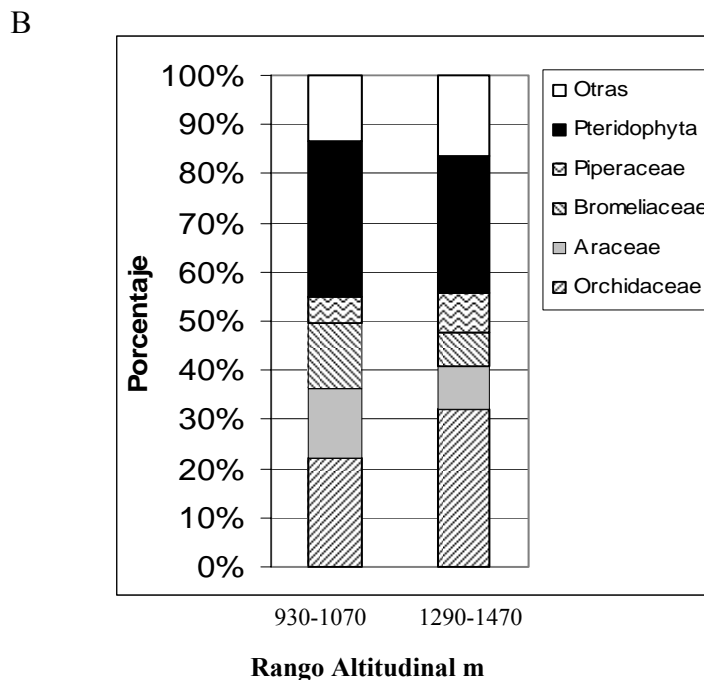
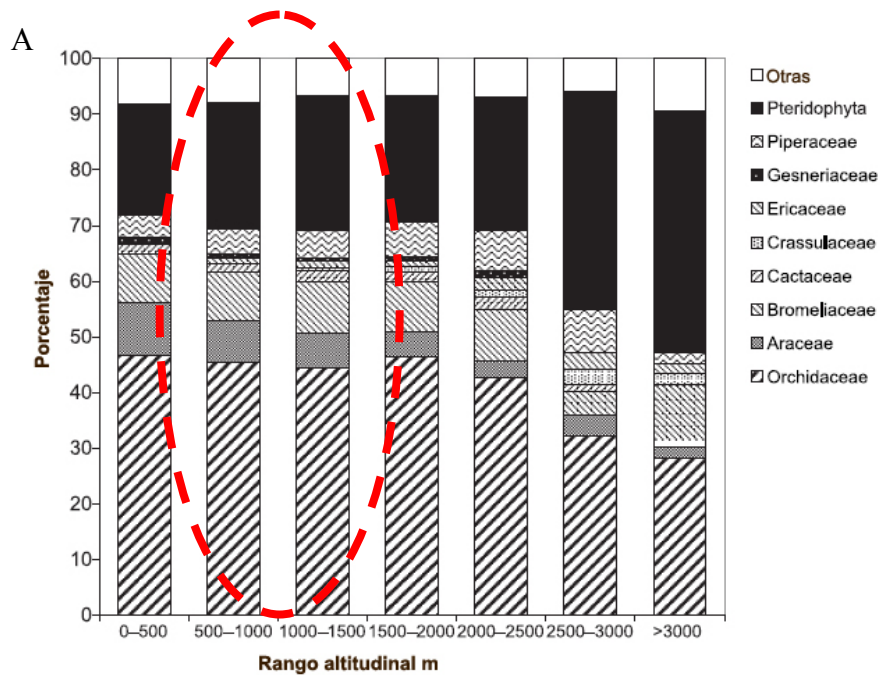


Figura 19. Comparación de la contribución relativa de los grupos principales en la riqueza de especies. El rango de comparación está encerrado con la elipse punteada. A) riqueza de especies por intervalo altitudinal en el bosque tropical de Chiapas (Tomado de Wolf & Flamenco-S (2003); B) contribución relativa en: Pajue Yuyo 930-1.070 m y 2: Wayrapata 1.290-1.470 m (Elaboración propia).

Existe una pequeña diferencia en el patrón que se observa en la figura 19, puede simplemente ser resultado de las características de ambas localidades. Sin embargo, algunas diferencias pueden ser también atribuidas a factores como disturbios, ya que en ambientes disturbados Barthlott *et al.* (2001) y Krömer & Gradstein (2003), encontraron que las epífitas más afectadas en su diversidad corresponden a la familia Orchidaceae, y en igual o menor grado Pteridophyta, y además existe un aumento de las Bromeliaceae. En la figura 19(B) se observa claramente este patrón, por lo que las diferencias en la contribución relativa de las Orchidaceae y Pteridophyta respecto a otros estudios podría deberse además a un grado de disturbio, en este caso en la localidad A.

Por otra parte existe variación en esta proporción en distintos lugares, como se observa en la figura 20, publicada por Küper *et al.* (2004). Sin embargo es importante notar que siempre la familia Orchidaceae es la más diversa en todos los inventarios, seguida de Pteridophyta.

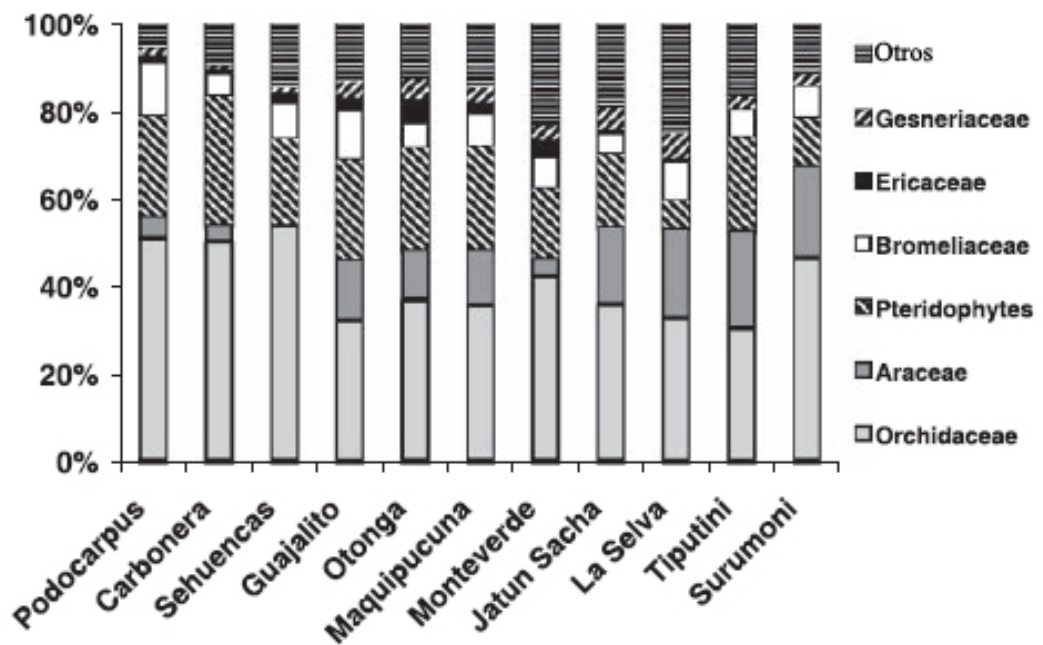


Figura 20. Proporción de riqueza de especies por familia en varios inventarios de epífitas del Neotrópico (Tomado de Küper *et al.* 2004).

5.2. Área de muestreo

Gradstein *et al.* (2003) analizan el área de muestreo representativo de epífitas para una hectárea con un método similar al de este estudio. En el protocolo publicado por los mismos, se propone muestrear ocho subparcelas de 20 X 20 m (juntamente con un árbol); basados en las curvas de acumulación de especies de otros estudios. En este estudio solo se muestrearon cinco subparcelas sin embargo, la curva de acumulación de especies para Pauje Yuyo (Figura 8) muestra mayor tendencia a estabilizarse ya para la quinta subparcela, mientras que la curva de Wayrapata parece estar más lejos de estabilizarse (Figura 10). Esta diferencia probablemente sea resultado de otros factores que no han sido medidos, tales como el tipo de bosque y geomorfología del terreno, los cuales son importantes debido a que el cambio de especies entre lugares cercanos es, por ejemplo, mucho más alto en bosque montano que en tierras bajas (Küper *et al.* 2004). En las localidades de este estudio el reemplazo de especies es muy alto pudiendo deberse a que en este rango existe la confluencia de especies debido a la transición entre la Amazonia y los Andes (Navarro 2002). Así, para la comparación de dos localidades como en este estudio la delimitación de un área mínima de muestreo puede ser muy variable. Sin embargo sabemos que mientras más muestras se hagan, más completo es un inventario, por otra parte, mientras más parcelas se evalúen, también la misma heterogeneidad del terreno será factor para que aumente el número de especies. Por lo que el muestreo de este estudio debe considerarse como preliminar.

La estimación de la riqueza total en el caso de Wayrapata es bastante alta. Según este estimador se habrían registrado solamente el 52% de las especies restando en consecuencia 48% de las especies por ser registradas. Sin embargo para registrar el restante 48% estimado, se requeriría cerca de 30 parcelas de 0,04 ha. Por otro lado para Pauje Yuyo, según el estimador, se habrían registrado 73% de las especies, y faltaría ser registradas 27% de las especies de la zona. Aún si el estimador fuera muy preciso, el área de muestreo mínimo variaría también en función de otros factores como la forma del terreno y la formación vegetal (Acebey & Krömer 2001, Küper *et al.* 2004). Una de las causas para esta gran diferencia podría ser además, que muchas de las epífitas y en

especial las orquídeas se distribuyen en parches dispersos de pocos individuos, lo que aumenta el número de especies raras en una muestra.

5.3. Diversidad Beta

Como se ha descrito por otros autores como Küper *et al.* (2004) para bosques montanos, la diversidad beta es relativamente alta, siendo lo esperado para este tipo de bosques ya que sus características de alta heterogeneidad dan lugar a la existencia de variados hábitats. Es interesante notar que a pesar de estar relativamente cercanas ambas localidades de estudio (situadas a 5.5 km de distancia), el reemplazo de especies es alto (solo 48 de 280 especies son comunes entre ambas localidades).

Mediante el análisis de *clados*, las agrupaciones principales como era de esperarse son por localidades, es decir se forman dos grupos grandes: Wayrapata y Pauje Yuyo, pero dentro de estos grupos cada subparcela se subagrupa, pudiendo estas agrupaciones ser explicadas por su exposición. Es claro que debido a la incidencia del sol, las diferencias de humedad entre laderas de exposición distintas darán como resultado un cambio de diversidad, posiblemente resultando una mayor diversidad en las zonas más húmedas. Sin embargo no se cuenta con otros datos adicionales para corroborar esta explicación.

Igualmente el análisis de componentes principales muestra los dos grupos de forma más conspicua; éstos se separan claramente por su diferencia florística, ya que la diversidad beta entre estas es alta. Por otra parte, las parcelas con un índice de similitud más alto entre Wayrapata y Pauje Yuyo son la cuatro y la nueve (Tabla 4), que en la figura 13 parecen separarse más del conjunto y acercarse entre ellas. No obstante no se pudieron determinar los factores o variables que puedan relacionarse con los ejes, haciéndose notoria la carencia de datos microclimáticos entre otros.

La proporción del cambio de especies es mayor para la familia Orchidaceae, sin embargo, Araceae, Bromeliaceae y Pteridophyta también presentan una alta proporción de cambio de especies (Tabla 5), siendo Orchidaceae la que más especies aporta para la

proporción del recambio total de especies entre ambas localidades (de 82 especies solo 11 en común), resultado que también encontraron Küper *et al.* (2004) en su estudio con inventarios neotropicales.

5.4. Diversidad en los forófitos y distribución vertical en las zonas de Johansson

El número de especies en los forófitos refleja lo encontrado en las parcelas, es decir la diversidad de epífitas en este estudio es mayor en los árboles de Wayrapata que en los árboles de Pauje Yuyo al igual que lo encontrado por Krömer *et al.* (2005) al comparar parcelas y árboles.

Respecto a los taxa, los patrones se mantienen en cuanto a su contribución en cada zona de Johansson, por ejemplo las aráceas contribuyen en mayor grado a la diversidad de la zona 1 y 2 de Johansson. Sin embargo, las Pteridophyta como taxa están bien representadas en todas las zonas, y el género *Peperomia* en Wayrapata por ejemplo es frecuente en las zonas 1, 2 y 3 mientras que en Pauje Yuyo, este género es más diverso en la zona 2 (Fig. 17). En todas las zonas de Johansson el número de especies es mayor en Wayrapata, sin embargo tomando en cuenta el porcentaje, en esta localidad disminuyen claramente las Bromeliaceae (Fig. 17). Al contrario, la mayor diversidad de Orchidaceae y Pteridophyta, en Wayrapata puede deberse a la mayor humedad que ésta presenta, y consiguientemente el aumento de Bromeliaceae en Pauje Yuyo podría atribuirse a la disminución de humedad y a su resistencia a condiciones xéricas.

La distribución de epífitas en las zonas de Johansson encontrada en este estudio muestra similitud con lo descrito en otros trabajos (Johansson 1974, Ibisch 1996, Nieder *et al.* 1999, Acebey & Krömer 2001) siendo las zonas 2, 3 y 4 las más diversas (Fig. 16), esto se explica en parte porque la zona 3 corresponde a un microambiente más húmedo y sombreado; además las zonas 3 y 4 son las que presentan mayor área horizontal, lo que permite el crecimiento de mayor número de individuos o de especies, además del establecimiento de epífitas de gran tamaño como *Mezobromelia pleiosticha* o *Guzmania gloriosa*.

Sin embargo la contribución relativa de las familias a la diversidad en las zonas de Johansson muestra la existencia de patrones relacionados con la biología y ecología de las especies (Johansson 1974, Nieder *et al.* 1999, Nowicki 2001, Zotz & Andrade 2002). Por ejemplo, la familia Araceae es siempre más abundante en las zonas 1 y 2, debido a que en su mayoría son hemiepifíticas, es decir en algún momento de su vida tiene contacto con el suelo; a excepción de *Anthurium scandens* (Araceae) que se presenta en la zona 4, siendo para este estudio la especie con mayor rango de distribución sobre el forófito. Krömer (2003) también la anota como generalista en su inventario; y en general Araceae está bien representada en las zonas 1 y 2 (Acebey & Krömer 2001, Krömer 2003, Altamirano & Fernandez 2003). Bromeliaceae está presente en todo el forófito, hay que notar que la capacidad de muchas especies de almacenar agua hace de muchas de estas más resistentes a la desecación que otras especies (Zotz & Hietz 2001) y en este inventario se encontraron individuos pequeños abundantemente en la zona 5 que sufre la mayor insolación. También es la familia más diversa para esta zona (zona 5), y en el caso de Pauje Yuyo representa cerca al 70 % de las especies en esta zona de Johansson (figura 17). Orchidaceae está presente en todas las zonas del forófito, pero solamente formas pequeñas con estrategias para resistir la insolación están presentes en la zona 5, entre estas la más común en este inventario fue *Maxillaria notylioglossa* que presenta hojas pequeñas y pseudobulbos grandes. En general, el tamaño además del hábito pueden ser los rasgos más evidentes para su distribución en el forófito (Nowicki 2001). Pteridophyta está presente en todas las zonas, especialmente en Wayrapata que es más húmedo que Pauje Yuyo, en esta última la proporción y el número de especies de Pteridophyta es menor en las zonas 4 y 5, al contrario en Wayrapata la proporción es muy similar para todas las zonas. Piperaceae está en mayor proporción siempre en la zona 1 y disminuye en representatividad a medida que sube sobre el forófito. Sólo *Peperomia* FMA 28, especie suculenta, está presente en la zona 4.

En este estudio los datos para analizar la relación entre las epífitas y hospederos específicos son insuficientes, ya que solo 2 forófitos evaluados eran de la misma especie (ver tabla 6). Además recordemos que es un tema que aún se debate, no obstante algunos

autores dan a entender que existe cierta especificidad (Zotz & Andrade 2002); por otra parte es posible que se trate de la afinidad de una especie o un grupo de especies, que en un área geográfica muestren mayor frecuencia en un tipo de forófito que les brinde mejores condiciones para su establecimiento y su desarrollo (Benzing 1990).

En la figura 15 se observa que la zona de Johansson 2 de los árboles de Pauje Yuyo presentan un número similar de especies con la zona tres, y en Wayrapata la zona 3 es más diversa que la zona 2, este aumento en la diversidad de la zona 2 en las localidades más bajas, se ha descrito también por Acebey & Krömer (2001) aparentemente como consecuencia del aporte de especies hemiepífitas, en especial aráceas, que tienden a ser más diversas en lugares mas bajos. Por otra parte, en la misma gráfica, se observa que la zona 4 en Pauje Yuyo es menos diversa que en la zona 4 de Wayrapata, probablemente debido a que la mayor humedad en Wayrapata permite el establecimiento de un mayor número de especies.

5.5. Mayor frecuencia de epífitas en una zona de Johansson

Hietz & Hietz-Seifert (1995b) encontraron para la familia Hymenophyllaceae que su distribución se restringe a las bases de los tallos, debido a un ineficiente control en su balance hídrico. En este estudio se observó a la familia Hymenophyllaceae presente solamente en las zonas 1, 2 y 3, que son las zonas con más sombra. Sin embargo, la mayoría de las especies ocurren en más de una zona.

Los resultados encontrados que se muestran en la figura 18 no son suficientes para realizar un análisis completo de preferencia y por ello se concreta el alcance de estos datos para una mayor frecuencia espacial. Con un número de muestras como el de este estudio, los datos de abundancia relativa serían necesarios para descartar que la presencia de una especie en la zona del forófito no sea casual o accidental. En el presente trabajo no se han identificado especies que “prefieran” alguna zona claramente, sin embargo en la figura 18 se observan cuatro especies con una distribución más restringida en el forófito y con alta frecuencia en alguna zona de Johansson.

Elaphoglossum productum, se distribuye en las zonas 2, 3 y 4; Krömer (2003) presenta a esta especie como generalista (en función de su análisis de epífitos de sol y de sombra). De igual manera, *Melpomene xiphopteroides* aparece con más frecuencia en las zonas más expuestas al sol, pero Krömer (2003) lo presenta como generalista y además poiquilohídrico. *Sphyrospermum cordifolium* igualmente es generalista según Krömer (2003). Por otra parte *Peperomia delicatula* aparece como generalista para Krömer (2003), sin embargo en este estudio es una de las más restringidas en el forófito, no obstante la discrepancia con Krömer puede deberse más bien a que la succulencia de las hojas le permite tolerar microambientes más xéricos, distribuyéndose en las zonas de Johansson con menor humedad y mayor insolación. Esto nos lleva a afirmar que son necesarios estudios fisiológicos y ecológicos para determinar si existe alguna “preferencia” o si se trata de una mayor o menor tolerancia al microclima de un microambiente.

6. Conclusiones

La diversidad alfa para Pauje Yuyo, dentro del **bosque yungueño pluvial submontano inferior**, es relativamente alta, con 127 especies en 24 familias y 54 géneros.

La diversidad alfa para Wayrapata correspondiente a un **bosque yungueño pluvial submontano superior** la es alta, con 201 especies distribuidas en 25 familias y 61 géneros.

Las Pteridophyta y las Orchidaceae son las que más contribuyen a la diversidad de especies, seguidas de Araceae y Bromeliaceae. Las Pteridophyta tienen el mayor porcentaje de especies en Pauje Yuyo y el segundo en Wayrapata mientras que lo inverso sucede con las Orchidaceae.

La diversidad Beta en estas localidades es alta. Las diferencias de diversidad se atribuyen a los contrastes de características climáticas y geomorfológicas de las

formaciones vegetales, como humedad, temperatura, exposición, relieve, altitud, que conjuntamente con las florísticas, separan la diversidad de estas dos zonas.

El grado de disturbio puede ser causa para la disminución de diversidad en la localidad de Pauje Yuyo y las diferencias en el patrón de diversidad encontrado para Pteridophyta y Orchidaceae, en relación a estudios similares.

La distribución de las epífitas en el forófito coincide con patrones encontrados por otros investigadores, en especial para Pteridophyta, Orchidaceae y Bromeliaceae (Nieder 1999, Acebey & Krömer 2001).

No se han encontrado especies que sean exclusivas de una zona de Johansson.

7. Recomendaciones

El establecimiento de protocolos estandarizados para la evaluación de diversidad de epífitas es necesario, ya que muchos estudios pierden utilidad al no poder ser comparados. El protocolo presentado por Gradstein *et al.* (2003) puede ser una buena alternativa, ya que no consume demasiado esfuerzo ni tiempo, además de que ya se están realizando estudios con este método en el país.

Por su fragilidad la diversidad de orquideas podría ser usada como herramienta para indicar el grado de disturbio de las formaciones boscosas de montaña.

Bolivia carece de una red bien distribuida de estaciones climáticas en todo su territorio, por lo que la obtención de datos climáticos debe preverse, de forma que al menos se puedan obtener datos climáticos durante el trabajo en campo para una mejor interpretación de la información obtenida.

A pesar de que las localidades de este estudio pertenecen a un área protegida, son regiones con bajo nivel de protección efectiva, por lo que se recomienda la realización

de más inventarios y todo tipo de investigaciones que ayuden a documentar la riqueza y diversidad de la zona para concienciar a las comunidades locales y entidades gubernamentales a revalorizar los recursos existentes en esta zona, ya que la colonización no planificada y la falta de manejo pone en riesgo estos ecosistemas. Cinco meses después de que se realizó este estudio, el área de la parcela 9 de Pauje Yuyo (la que presentaba mayor diversidad en esta localidad) fue destruida por completo por chaqueo en la zona (Figura 21)



Figura 21. Estado de la parcela 9 de Pauje Yuyo después de 5 meses de realizado este inventario.

8. Bibliografía

- Acebey, A. & T. Krömer. 2001. Diversidad y distribución vertical de epífitas en los alrededores del campamento río Eslabón y de la laguna Chalalán, Parque Nacional Madidi, Dpto. La Paz, Bolivia. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 3(1/2): 104-123.
- Altamirano S. A. & E. Fernández. 2003. Diversidad y distribución vertical de epífitas en bosques amazónicos de tierra firme del TIPNIS (Territorio Indígena y Parque Nacional Isidoro Sécore) Cochabamba, Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología* 14:67-80.
- Barthlott, W., Schmit-Neuerburg, V., Nieder, J. & S. Engwald, 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.
- Beck, S. G., T. J. Killeen & E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. pp.6-23. En: T. J. Killeen, E. Garcia & S. G. Beck (eds.). *Guía de Árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia – Missouri Botanical Garden. Quipus S.R.L. La Paz – Bolivia.
- Benzing, D.H. 1983. Vascular Epiphytes: A survey with special reference to their interactions with other organisms. pp.11-24. En: Hutton, S.L., T.C. Whitmore and A.C. Chadwick (eds.). *Tropical rain forest: ecology and Management*. British Ecological Society. Oxford.
- Benzing D.H. 1987. Vascular epiphytes: Taxonomic participation and adaptative diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 74:183-204.
- Benzing D.H. 1990. *Vascular epiphytes: General biology and related biota*. Cambridge University Press, New York. 354 p.

- Benzing D.H. 1995. The physical mosaic and plant variety in forest canopies. *Selbyana* 16(2): 159-168.
- Benzing, D.H. 1998, Vulnerabilities of tropical forests to climate change: The significance of resident epiphytes. *Climatic Change*. Vol. 39 (2-3): 519-540.
- Bown, D. 1988. Aroids. Plants of the Arum family. Timber Press, Oregon, USA
- Centro De Análisis Espacial (CAE). 2002. Mapa base – Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, Instituto de Ecología, La Paz – Bolivia
- Chao, A. 1984. Nonparametric estimation of the number of classes in a population. *Scandinavian Journal of Statistics*, 11: 265-270.
- Coxsons, D. & N. M. Nadkarni. 1995. Ecological roles of epiphytes in nutrient cycles of forest ecosystems. pp. 495-546. En: Lowman, M. & N.M. Nadkarni. (eds.). *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego.
- Font Quer P. 1977, *Diccionario de Botánica*, Editorial Labor S. A. 6ª Ed. Barcelona – España, p.1244
- Gentry AH. & C Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74: 205 - 233.
- Gradstein, S.R., Nadkarni, N.M., Krömer, T., Holz, I. & Nöske, N. 2003 A protocol for rapid and representative sampling of vascular and non-vascular epiphyte diversity of tropical rain forests. *Selbyana*, 24, 190-195.

- Harrison, I., Laverly, M., & Sterling, E. 2004. Alpha, Beta, and Gamma Diversity. Consultado en el sitio Web Connexions Web: <http://cnx.rice.edu/content/m12147/1.2/>
- Hietz, P. & Hietz-Seifert, U. 1995a. Composition and ecology of vascular epiphyte communities along an altitudinal gradient in central Veracruz, Mexico. *Journal Of Vegetation Science*. 6: 487-498.
- Hietz, P. & Hietz-Seifert, U. 1995b. Structure and ecology of epiphyte communities of a cloud forest in central Veracruz, Mexico. *Journal of Vegetation Science*, 6, 719–728.
- Hunter, M. Jr. 2002. *Fundamentals of Conservation Biology*. (Second Edition). Blackwell Science, Massachusetts, U.S.A.
- Ibisch, P.L., 1996. Neotropische Epiphyten diversität das Beispiel Bolivien. Martina Galunder - Verlag. Wiehl. Alemania.
- Ibisch, P.L. & S. G. Beck, 2003, 3.2.2.c. Espermatófitas. pp. 103-112. En: Ibisch, P. L., & Mérida G. (eds). 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia, Estado de conocimiento y conservación. FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Johansson, D. R. 1974. Ecology of the vascular epiphytes in West African rainforest. *Acta Phytogeographica Suecica*. 59: 1-129.
- Kessler, M. 2001. Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in Bolivian Andes. *Biodiversity and Conservation*. 10: 1897-1920.
- Kress, W.J. 1986. A symposium: The biology of tropical epiphytes. *Selbyana* 9:1-22.

- Krömer, T. & R. Gradstein. 2003. Species Richness of Vascular Epiphytes in two Primary Forests and Fallows in the Bolivian Andes. *Selbyana*. 24(2): 195–195.
- Krömer, T. 2003. Diversität und Ökologie der vaskulären Epiphyten in primären und sekundären Bergwäldern Boliviens. Cuvillier Verlag, Göttingen.
- Krömer T. Kessler M. Gradstein S.R. & Acebey A. (2005). Local-scale diversity patterns of vascular epiphytes along an elevational gradient in the Andes. *Journal of Biogeography* (en prensa)
- Küper, W., Kreft, H., Nieder, J., Köster, N. & Barthlott, W. 2004 Large-scale diversity patterns of vascular epiphytes in Neotropical montane rain forests. *Journal of Biogeography*, **31**, 1477-1487.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Miranda, V. A. 1994. Mapa de Provincias Fisiograficas de Bolivia. Memoria Explicativa. La Paz-Bolivia. pp. 42-43.
- Moreno C., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. M&T Manuales y Tesis SEA, Vol 1, 81 pp.
- Montaña, C, R. Dirzo & A. Flores. 1997. Structural parasitism of an epiphytic bromeliad upon *Cercidium praecox* in an intertropical semiarid ecosystem. *Biotropica* 29(4):517-521.
- Müller, R., S. Beck & R. Lara. 2002. Vegetación potencial de los bosques de Yungas en bolivia, basado en datos climáticos. *Ecología en Bolivia*. 37(2): 5-14

- Nadkarni, N. M. 1985. Epiphyte biomass and nutrient capital of a neotropical cloud forest. *Biotropica* 16: 249 - 256.
- Nadkarni, N. M. 1992. The conservation of epiphytes and their habitats: Summary of a discussion at the international symposium on the biology and conservation of epiphytes. *Selbyana* 13:140–142.
- Navarro, G. 2001. Contribución al conocimiento fitosociológico de la vegetación de epífitos vasculares del centro y sur de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología* 10:59-79.
- Navarro, G. 2002. Provincia Biogeográfica de los Yungas. En Navarro, G. & M. Maldonado. *Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes Acuáticos*. Centro de Ecología Simón I. Patiño- Departamento de Difusión. Cochabamba, Bolivia.
- Nieder J., Ibisch P. L. & W. Barthlott. 1996-1997. Biodiversidad de epifitas - una cuestión de escala. *Revista del Jardín Botánico Nacional (La Habana, Cuba)*, 17-18; pp. 59 – 62.
- Nieder J., Engwald S., & Barthlott W. 1999. Patterns of Neotropical Epiphyte Diversity. *Selbyana* 20(1): 66-75.
- Nowicki, C. 2001. Epifitas vasculares de la Reserva Otonga. En: J. Nieder and W. Barthlott *Epiphytes and canopy fauna of the Otonga rain forest (Ecuador). Results of the Bonn – Quito Epiphyte Project - Volkswagen Foundation.* , pp. 115–160. GmbH, Bonn.
- Parker, G.G. 1995. Structure and microclimate of forest canopies. pp. 73-106 En M.D. Lowman & N.M. Nadkarni (eds.) *Forest Canopies*. Academic Press, San Diego.

- Perry, D. R. 1978. A method of access into the crowns of emergent and canopy trees. *Biotropica* 10(2):155-157
- Peterson, A. & Slade, N. 1998. Extrapolating inventory results into biodiversity estimates and the importance of stopping rules. *Diversity & Distributions*. 4(3), 95-105.
- Rauh, W. 1990. Bromelien: Tillandsien und andere kulturwürdige Bromelien. Ulmer. Stuttgart.
- Ribera, M., Liberman, M., S. Beck & M. Moraes. 1996. Vegetación de Bolivia. pp. 172-222, En: Comunidades, Territorios Indígenas y Biodiversidad de Bolivia. CIMAR, Santa Cruz, Bolivia.
- Ruinen, J. 1953. Epiphytosis. A second view on epiphytism. *Annales Bogorienses* Vol. I (2): 101-156
- Sandford, W. W. 1968. Distribution of epiphytic orchids in semi deciduous tropical forest in southern Nigeria. *Journal of Ecology* 56: 697-705.
- Schimper A. F. W. 1888. Die epiphytische Vegetation Amerikas. G. Fischer, Jena. p.162.
- Suarez, R. 2001. Mapa geológico de Bolivia. Escala 1: 1000 000. SERGEOMIN-YPFB (Servicio Nacional de Geología y Minería) La Paz Bolivia.
- Teixeira, R. L., Schineider, J. A. P. & Almeida, G. I. 2002, The occurrence of amphibians in bromeliads from a Southeastern Brazilian restinga habitat, with special reference to *Aparasphenodon brunoi* (Anura, Hylidae). *Braz. J. Biol.*, Vol.62, 2:263-268.

- Vasquez, Ch. R. & P. Ibisch 2000. Orquídeas de Bolivia. Diversidad y Estado de conservación, Vol. I Pleurothallidinae. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 550 p.
- Wallace, B. 1982. The Australian Vascular Epiphytes: Flora and Ecology. Tesis Post doctoral no publicada. Universidad de Nueva Inglaterra. Armidale, Australia.
- Webster, G.L. & Rhode, R.M. 2001. Plant diversity of an Andean cloud forest – checklist of the vascular flora of Maquipucuna, Ecuador. University of California Press, Berkeley-Los Angeles-London.
- Went, F. W. 1940. Soziologie der Epiphyten eines tropischen Urwaldes. Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg 50: 1-98.
- Werneck, M.S. & Espírito-Santo, M.M.. 2002. Species diversity and abundance of vascular epiphytes on *Vellozia piresina* in Brazil. Biotropica, 34: 51–57.
- Whittaker, R. H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 21(2-3): 213-251.
- Wolf, J.H.D. & Flamenco-S., A. 2003. Patterns in species richness and distribution of vascular epiphytes in Chiapas, México. Journal of Biogeography, 30, 1689-1707.
- Zotz, G. & Hietz P. 2001. The physiological ecology of vascular epiphytes: current knowledge, open questions. Journal of Experimental Botany, 52:2067-2078
- Zotz, G. & J. L. Andrade. 2002. La ecología y la fisiología de las epifitas y las hemiepifitas. Capítulo 12: 271-296. En: M. R. Guariguata & G. H. Catan (eds.) Ecología y conservación de bosques neotropicales. Editorial Libro Universitario Regional, Costa Rica.

Anexo 2. Lista de especies registradas en Pauje Yuyo

PTERIDOPHYTA

Familia	Nombre y autor	Forma de vida	Zona de Johansson
Aspleniaceae	<i>Asplenium</i> 562B	Epífita	
Aspleniaceae	<i>Asplenium angustum</i> Sw.	Epífita	
Aspleniaceae	<i>Asplenium serra</i> Langsd. & Fisch.	Epífita	
Blechnaceae	<i>Salpichlaena volubilis</i> (Kaulf.) Hook..	Epífita	
Dryopteridaceae	<i>Oleandra</i> FMA 310	Epífita	2
Dryopteridaceae	<i>Polybotrya pubens</i> Mart.	Epífita	
Grammitidaceae	<i>Cochlidium serrulatum</i> (Sw.) L.E.Bishop	Epífita	3
Grammitidaceae	<i>Lellingeria</i> FMA 540	Epífita	2
Grammitidaceae	<i>Melpomene</i> FMA 623	Epífita	
Grammitidaceae	<i>Melpomene xiphopteroides</i> (Liebm.) A.R.Sm. & R.C.Moran	Epífita	3
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i> FMA 303B	Epífita	2
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum apiculatum</i> Mett. Ex Kuhn	Epífita	
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum</i> FMA 509A	Epífita	
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum polyanthos</i> Bosch	Epífita	
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes ankersii</i> C. Parker ex Hook.. & Grev.	Epífita	2
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes pilosum</i> Raddi	Epífita	
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum andicola</i> (Fée) T.Moore	Epífita	
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum auricomum</i> (Kunze) T.Moore	Epífita	2
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> FMA 484	Epífita	
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> FMA 520	Epífita	
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> FMA 596	Epífita	1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum</i> FMA 597	Epífita	1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum glabellum</i> J. Sm.	Epífita	2
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum laminarioides</i> (Fée) T.Moore	Epífita	
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	Epífita	3
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum luridum</i> (Fée) H.Christ	Epífita	1
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum productum</i> Rosenst.	Epífita	3
Lycopodiaceae	<i>Huperzia linifolia</i> (L.)Trevis.	Epífita	
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis</i> FMA 515	Epífita	
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum</i> FMA 505	Epífita	
Polypodiaceae	<i>Microgramma lycopodioides</i> (L.)Copel.	Epífita	3
Polypodiaceae	<i>Microgramma tecta</i> (Kaulf.) Alston	Epífita	
Polypodiaceae	<i>Pleopeltis intermedia</i> M. Kessler & A.R.Sm.	Epífita	
Polypodiaceae	<i>Polypodium</i> FMA 548	Epífita	
Polypodiaceae	<i>Polypodium levigatum</i> Cav.	Epífita	2
Selaginellaceae	<i>Selaginella flexuosa</i> Spring	Epífita/terrestre	
Selaginellaceae	<i>Selaginella haematodes</i> (Kunze) Spring		
Vittariaceae	<i>Hecistopteris pumila</i> (Spreng.) J. Sm.	Epífita	2
Vittariaceae	<i>Radiovittaria stipitata</i>	Epífita	1
Vittariaceae	<i>Vittaria</i> FMA 588	Epífita	

ANGIOSPERMAE

Familia	Nombre y autor	Forma de vida	Zona de Johansson
Araceae	<i>Anthurium beckii</i> Croat & Acebey	Epífita	1
Araceae	<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Schott.		2
Araceae	<i>Anthurium obtusum</i> (Engl.) Grayum	Hemiepífita	
Araceae	<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	Epífita/generalista	2
Araceae	<i>Monstera</i> FMA 496	Hemiepífita	
Araceae	<i>Monstera subpinata</i> (Schott) Engl.	Hemiepífita	
Araceae	<i>Philodendron caudatum</i> K. Krause.	Hemiepífita	
Araceae	<i>Philodendron aff. acreanum</i> K. Krause.	Hemiepífita	
Araceae	<i>Philodendron aff. sagittifolium</i> Liebm.	Hemiepífita	
Araceae	<i>Philodendron brandtianum</i> K. Krause.	Hemiepífita	1
Araceae	<i>Philodendron ernestii</i> Engl.	Epífita	
Araceae	<i>Philodendron</i> FMA 502	Hemiepífita	
Araceae	<i>Philodendron hederaceum</i> (Jacq.) Schott	Hemiepífita	
Araceae	<i>Philodendron heterophyllum</i> Poepp.		
Araceae	<i>Philodendron ornatum</i> Schott.	Hemiepífita	
Araceae	<i>Philodendron ruizii</i> Schott.	Hemiepífita	
Araceae	<i>Stenospermation</i> FMA 294	Hemiepífita	
Araceae	<i>Stenospermation killipii?</i> Croat & A.P. Gómez	Epífita	2
Bromeliaceae	<i>Aechmea</i> FMA 531	Epífita	
Bromeliaceae	<i>Aechmea</i> FMA 546	Epífita	5
Bromeliaceae	<i>Billbergia/Pitcairnia</i>	Epífita	4
Bromeliaceae	<i>Bromeliaceae</i> FMA 462	Epífita	2
Bromeliaceae	<i>Guzmania calothyrsa</i> Mez.	Epífita	3
Bromeliaceae	<i>Guzmania</i> FMA 524	Epífita	1
Bromeliaceae	<i>Guzmania gloriosa</i> (Andre)	Epífita	3
Bromeliaceae	<i>Guzmania killipiana</i> L.B.Sm.	Epífita	2
Bromeliaceae	<i>Guzmania marantoidea</i> (Rusby) H.Luther	Epífita	3
Bromeliaceae	<i>Mezobromelia pleiosticha</i> (Griseb.) Utleý & H. Luther	Epífita	2
Bromeliaceae	<i>Racinaea spiculosa</i> (Griseb.) M.A. Spencer & L.B. Sm.	Epífita	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia rusbyi</i> Baker	Epífita	3
Bromeliaceae	<i>Tillandsia/Vriesea</i>		2
Bromeliaceae	<i>Vriesea chrysostachys</i> E.Morren	Epífita	
Bromeliaceae	<i>Vriesea heterandra</i>	Epífita	
Bromeliaceae	<i>Vriesea/Tillandsia</i>	Epífita	4
Bromeliaceae	<i>Werauhia gladioliflora</i> (H. Wendl.) J.R.Grant	Epífita	2
Cactaceae	<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw	Epífita	2
Cactaceae	<i>Rhipsalis</i> FMA 489	Epífita	
Cactaceae	<i>Rhipsalis</i> FMA 543	Epífita	2
Clusiaceae	<i>Clusia trochiformis</i> Vesque	Hemiepífita	2
Clusiaceae	<i>Havetiopsis flexilis</i> Spruce ex Planch.. & Triana	Epífita	4
Ericaceae	<i>Sphyrospermum cordifolium</i> Benth.	Epífita	3
Gesneriaceae	<i>Columnea</i> FMA 507		
Loranthaceae	<i>Phoradendron crassifolium</i> (Pohl ex DC.) Eichler in Mart.	Parásita	3
Marcgraviaceae	Marcgraviaceae FMA 423	Epífita	
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia</i> FMA 608	Epífita	3
Melastomataceae	<i>Adelobotrys monticola</i> Gleason		
Melastomataceae	<i>Adelobotrys</i> FMA 517		1

Melastomataceae	<i>Adelobotrys macrophyla</i> Pilg.	Epífita	
Melastomataceae	Melastomataceae FMA 485		
Orchidaceae	<i>Batemannia colleyi</i> Lindl.	Epífita	
Orchidaceae	<i>Bifrenaria grandis</i> (Kraenzl.) Garay	Epífita	
Orchidaceae	<i>Brassavola cebolleta</i> Rchb.f.	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Elleanthus</i> FMA 568	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Epidendrum alpicolum</i> Rchb.f.	Epífita	
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> FMA 607	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Epidendrum ramosum</i>	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Escaphyglottis</i> FMA 535	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Maxillaria pendens</i> Pabst	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Maxillaria splendens</i> Poepp. & Endl.	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 100	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 473	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 516	Epífita	
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 525	Epífita	
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 582	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 609	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Maxillaria notylioglossa</i> Rchb.f.	Epífita	
Orchidaceae	<i>Octomeria boliviensis</i> Rolfe	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Octomeria</i> FMA 230	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Octomeria</i> FMA 463	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Pleurothallis alopex</i> Luer	Epífita	
Orchidaceae	<i>Pleurothallis flexuosa</i> (Poepp. & Endl.) Lindl.	Epífita	
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> FMA 490	Epífita	
Orchidaceae	<i>Pleurothallis phyllocardioides</i> Schltr.	Epífita	
Orchidaceae	<i>Pleurothallis polygonoides</i> Grieseb.	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Reichenbachanthus reflexus</i> (Lindl.) Brade	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Sobralia</i> FMA 594	Epífita	
Orchidaceae	<i>Sobralia</i> FMA 612	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia circinnata</i> Link.	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia delicatula</i> (Hensch.)	Epífita	1
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 28	Epífita	3
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 488	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 526	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 606	Epífita	3
Piperaceae	<i>Piper</i> FMA 478	Epífita	
Rubiaceae	<i>Hillia</i> FMA 600	Epífita	2
Rubiaceae	<i>Notopleura epiphytica</i> (K. Krause) C.M. Taylor	Epífita	2
Solanaceae	Solanaceae FMA 523	Epífita?	

Anexo 3. Lista de especies registradas en Wayrapata.

PTERIDOPHYTA

Familia	Nombre y autor	Epífita	Zona de vida	Johansson
Polypodiaceae	<i>Campyloneurum serpentinum</i> (H. Christ) Ching	Epífita		
Polypodiaceae	<i>Microgramma lycopodioides</i> (L.) Copel.	Epífita		
Polypodiaceae	<i>Microgramma percusa</i> (Cav.) de la Sota	Epífita		
Asplenaceae	<i>Asplenium angustum</i> Sw.	Epífita		4
Asplenaceae	<i>Asplenium puriculatum</i> (Sw.) M. Kessler & A.R. Sm.	Epífita		
Polypodiaceae	<i>Ponthosia delgadii</i> A 297	Epífita		2
Polypodiaceae	<i>Polytaenium FMA 1911</i>	Epífita		2
Polypodiaceae	<i>Polytaenium nilgiriense</i> Hook Cav.	Epífita?		3
Polypodiaceae	<i>Peradenia discolor</i> (Hook.) L.E. Bishop	Epífita		3
Serangiaceae	<i>Serdalium erytholoma</i> (Spring) E.Bishop	Epífita/terrestre		2
Serangiaceae	<i>Seligeria subossalis</i> (Baker) A.S. Smg & R.C.Moran	Epífita/terrestre		1
Grammitidaceae	<i>Melogramma stipitata</i> A 623	Epífita		3
Grammitidaceae	<i>Melogramma FMA 625</i>	Epífita		
Grammitidaceae	<i>Melogramma melanosticta</i> (Kunze) A.R.Sm. & R.C. Moran	Epífita		4
Grammitidaceae	<i>Melómene xiphopteroides</i> (Liebm.) A.R.Sm. & R.C.Moran	Epífita		3
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum FMA 303B</i>	Epífita		3
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum apiculatum</i> Mett. Ex Kuhn	Epífita		2
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum axillare</i> Sw.	Epífita		3
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum brevistipes</i> Liebm.	Epífita		
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum elegans</i> Spreng.	Epífita		
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum fendlerianum</i> J.W.Sturm	Epífita		3
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum FMA 308A</i>	Epífita		1
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum polyanthos</i> Bosch	Epífita		
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum sección</i> (Mecodium)	Epífita		
Hymenophyllaceae	<i>Hymenophyllum trichomanoides</i> Bosch	Epífita		2
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes ankersii</i> C. Parker ex Hook. & Grev.	Epífita		1
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes FMA 219A</i>	Epífita		3
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes FMA 308B</i>	Epífita		
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes FMA 31A</i>	Epífita		
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes FMA 66</i>	Epífita		
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes pilosum</i> Raddi	Epífita		1
Hymenophyllaceae	<i>Trichomanes plumosum</i> Kunze	Epífita		
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum auricomum</i> (Kunze) T.Moore	Epífita		2
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum blandum</i> Rosenst.	Epífita		5
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum erinaceum</i> (Fée) T.Moore	Epífita		
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum FMA 282</i>	Epífita		4
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum FMA 58</i>	Epífita		2
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum guentheri</i> Rosenst.	Epífita		2
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum lingua</i> (C. Presl) Brack.	Epífita		2
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum nigrescens</i> (Hook.) T.Moore ex Diels	Epífita		2
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum orbignyanum</i> (Fee) T.Moore	Epífita		
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum productum</i> Rosenst.	Epífita		2
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum pulchrum</i> M.Kessler & Mickel	Epífita		
Lomariopsidaceae	<i>Elaphoglossum wardiae</i> Mickel.	Epífita		
Lycopodiaceae	<i>Huperzia ericifolia</i> (C. Presl) Holub	Epífita		4
Nephrolepidaceae	<i>Nephrolepis pendula</i> (Raddi) J.S.M.	Epífita		

ANGIOSPERMAE

Familia	Nombre y autor	Forma de vida	Zona de Johansson
Araceae	<i>Anthurium acebeyae</i> Croat		
Araceae	<i>Anthurium flavescens</i> Poepp.	Hemiepífita	
Araceae	<i>Anthurium</i> FMA 299A	Hemiepífita	
Araceae	<i>Anthurium</i> FMA 68	Epífita	
Araceae	<i>Anthurium gracile</i> (Rudge) Schott.	Epífita	
Araceae	<i>Anthurium scandens</i> (Aubl.) Engl.	Epífita/generalista	
Araceae	<i>Philodendron deltoideum</i> Poepp.	Hemiepífita	2
Araceae	<i>Philodendron caudatum</i> K. Krause.	Hemiepífita	1
Araceae	<i>Philodendron</i> FMA 436		2
Araceae	<i>Philodendron</i> FMA 59		
Araceae	<i>Philodendron heterophyllum</i> Poepp.		
Araceae	<i>Philodendron ornatum</i> Schott.	Hemiepífita	
Araceae	<i>Rhodospatha latifolia</i> Poepp.	Epífita	
Araceae	<i>Stenospermation</i> FMA 121		
Araceae	<i>Stenospermation</i> FMA 294	Epífita	3
Araceae	<i>Stenospermation killipii?</i> Croat & A.P. Gomez		
Araceae	<i>Stenospermation rusbyi</i> N. E. Br.	Epífita	2
Araliaceae	<i>Schefflera</i> FMA 434	Epífita	2
Araliaceae	<i>Schefflera</i> FMA 214	Epífita	4
Araliaceae	<i>Schefflera</i> FMA 77	Hemiepífita	
Asclepiadaceae	<i>Asclepiadaceae</i> FMA 369A	Epífita?	
Bromeliaceae	<i>Bromeliaceae</i> FMA 118	Epífita	
Bromeliaceae	<i>Bromeliaceae</i> FMA 357	Epífita	
Bromeliaceae	<i>Bromeliaceae</i> FMA 362	Epífita	
Bromeliaceae	<i>Bromeliaceae</i> FMA 403	Epífita	
Bromeliaceae	<i>Guzmania killipiana</i> L.B.Sm.	Epífita	1
Bromeliaceae	<i>Guzmania retusa</i> L.B.Sm.	Epífita	3
Bromeliaceae	<i>Mezobromelia pleiosticha</i> (Griseb.) Uitley & H. Luther	Epífita	4
Bromeliaceae	<i>Pitcairnia riparia</i> Mez.	Epífita	
Bromeliaceae	<i>Racinaea spiculosa</i> (Griseb.) M.A. Spencer & L.B. Sm.	Epífita	4
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> FMA 119	Epífita	
Bromeliaceae	<i>Tillandsia</i> FMA 628	Epífita	4
Bromeliaceae	<i>Tillandsia rubella</i> Baker	Epífita	4
Bromeliaceae	<i>Tillandsia/Vriesea</i>	Epífita	2
Bromeliaceae	<i>Vriesea heterandra</i> (Andre) L.B. Sm.	Epífita	4
Cactaceae	<i>Rhypsalis</i> sp1	Epífita	5
Cactaceae	<i>Epiphyllum phyllanthus</i> (L.) Haw	Epífita	
Cactaceae	<i>Rhypsalis</i> FMA 425	Epífita	3
Clusiaceae	<i>Clusia pseudomangle</i> Planch. & Triana	Epífita	2
Clusiaceae	<i>Clusia trochiformis</i> Vesque	Epífita	3
Clusiaceae	<i>Havetiopsis flexilis</i> Spruce ex Planch.& Triana	Epífita	3
Cyclanthaceae	<i>Thoracocarpus</i> FMA 427	Hemiepífita	
Cyclanthaceae	<i>Thoracocarpus</i> FMA 48	Hemiepífita	
Ericaceae	<i>Ericaceae</i> FMA 150	Epífita	2

Ericaceae	Ericaceae FMA 213	Epífita	4
Ericaceae	<i>Sphyrospermum buxifolium</i> Poepp. & Endl.	Epífita	2
Ericaceae	<i>Sphyrospermum cordifolium</i> Benth.	Epífita	2
Loranthaceae	<i>Antidaphne viscoidea</i> Poepp. & Endl.	Parásita	5
Loranthaceae	<i>Dendrophthora purpurea</i> Kuijt	Parásita	
Loranthaceae	<i>Phoradendron crassifolium</i> (Pohl ex DC.) Eichler in Mart.	Parásita	3
Marcgraviaceae	Marcgraviaceae FMA 423	Epífita	
Marcgraviaceae	Marcgraviaceae FMA 57	Epífita	2
Marcgraviaceae	Marcgraviaceae FMA 296	Epífita	
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia</i> FMA 369B		3
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia</i> FMA 377	Epífita	
Marcgraviaceae	<i>Marcgravia rectiflora?</i> Triana & Planch.	Epífita	3
Marcgraviaceae	Marcgraviaceae FMA 441	Epífita	1
Marcgraviaceae	Marcgraviaceae FMA 73	Epífita	2
Melastomataceae	<i>Adelobotrys adscendens</i> (Sw.) Triana	Epífita/terrestre	3
Melastomataceae	<i>Adelobotrys</i> FMA 304		
Melastomataceae	<i>Adelobotrys</i> FMA 49	Epífita	
Melastomataceae	<i>Adelobotrys</i> FMA 629	Epífita?	
Orchidaceae	<i>Cryptocentrum</i> sp.	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Dichaea campanulata</i> C.Schweinf	Epífita	
Orchidaceae	<i>Dichaea hamata</i> Rolfe	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Dichaea muricata</i> (Sw.) Lindl.	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Dichaea trulla</i> Rchb. F.	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Elleanthus capitatus</i> Jacq.	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Elleanthus graminifolius</i> (Barb. Rodr.) Lojman.	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Epidendrum</i> FMA 191	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Epidendrum ramosum</i> Jacq.	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Epidendrum strobiliferum</i> Rchb.f.	Epífita	5
Orchidaceae	<i>Gongora</i> FMA 366	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Kefersteinia</i> FMA 29	Epífita	
Orchidaceae	<i>Lepanthes</i> FMA 321	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Lepanthes</i> FMA 75	Epífita	
Orchidaceae	<i>Maxillaria alpestris</i> Lindl.	Epífita	
Orchidaceae	<i>Maxillaria aurea</i> (Poepp. & Endl.) L.O. Williams	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Maxillaria brachibulbon</i> Schltr.	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 100	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 168	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 227	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 25	Epífita	
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 275	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 40	Epífita	
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 420	Epífita	
Orchidaceae	<i>Maxillaria</i> FMA 582	Epífita	1
Orchidaceae	<i>Maxillaria juergensii</i> Schltr.	Epífita	
Orchidaceae	<i>Maxillaria nasuta</i> Rchb.f.	Epífita	
Orchidaceae	<i>Maxillaria notylioglossa</i> Rchb.f.	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Maxillaria pendens</i> Pabst	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Maxillaria splendens</i> Poepp. & Endl.	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Myoxanthus</i> FMA 197	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Octomeria</i> FMA 198	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Octomeria</i> FMA 228	Epífita	2

Orchidaceae	<i>Octomeria</i> FMA 230	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Octomeria</i> FMA 253	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Octomeria</i> FMA 277	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Octomeria</i> FMA 395	Epífita	
Orchidaceae	<i>Oncidium scansor</i> Rchb.f.	Epífita	
Orchidaceae	Orchidaceae FMA 120	Epífita	
Orchidaceae	Orchidaceae FMA 126	Epífita	
Orchidaceae	<i>Pachyphyllum</i> sp.	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis alopex</i> Luer	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis deserta</i> Luer & R. Vasquez	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Pleurothallis flexuosa</i> (Poepp. & Endl.) Lindl.	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis floribunda</i> Poepp. & Endl.	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> FMA 187	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> FMA 290	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> FMA 305	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> FMA 314	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> FMA 323	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> FMA 324	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Pleurothallis</i> FMA 419	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Pleurothallis polygonoides</i> Griseb.	Epífita	2
Orchidaceae	<i>Ponthieva</i> FMA 388	Epífita	
Orchidaceae	<i>Reichenbachanthus reflexus</i> (Lindl.) Brade	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Scaphyglottis boliviensis</i> (Rolfe) B.R. Adams	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Stelis</i> FMA 194	Epífita	3
Orchidaceae	<i>Stelis</i> FMA 291A	Epífita	
Orchidaceae	<i>Stelis</i> FMA 325	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Stelis</i> FMA 326	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Stelis</i> FMA 332	Epífita	4
Orchidaceae	<i>Stelis</i> FMA 356	Epífita	
Orchidaceae	<i>Stelis</i> FMA 38	Epífita	
Orchidaceae	<i>Stelis</i> FMA 413	Epífita	
Orchidaceae	<i>Stelis purpurea</i> (Ruiz & Pav.) Willd.	Epífita	4
Piperaceae	<i>Peperomia chromatogena</i> (Yun.)	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia delicatula</i> (Hensch.)	Epífita	1
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 167	Epífita	1
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 28	Epífita	2
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 283	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 287	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 345	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 380	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 386	Epífita	1
Piperaceae	<i>Peperomia</i> FMA 422	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia peltifolia</i> C.DC.	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia psilostachia</i> C.DC.	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia rotundifolia</i> (L.) H.B.K.	Epífita	
Piperaceae	<i>Peperomia serpens</i> R. & P.	Epífita	
Piperaceae	<i>Piper</i> FMA 32	Epífita	
Piperaceae	<i>Piper</i> FMA 344	Epífita	
Rubiaceae	<i>Notopleura epiphytica</i> (K. Krause) C.M. Taylor	Epífita	2
Rubiaceae	Rubiaceae FMA 52	Epífita?	

