

# Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en un bosque amazónico preandino del sector del Río Hondo, Área Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz, Bolivia)

D. De la Quintana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077 – Correo Central, La Paz, Bolivia, ddelaq@hotmail.com y Missouri Botanical Garden, 2345 Tower Grove Avenue, PO Box 299, St. Louis, Missouri, 3166-0299, USA.

## Resumen

Se evaluó una parcela permanente de 1 ha en el bosque amazónico preandino, correspondiente al sector del Río Hondo (Área Natural de Manejo Integrado Madidi). Se encontraron 519 individuos de árboles y lianas con DAP  $\geq$  10 cm, pertenecientes a 40 familias, 94 géneros y 132 especies y 12 morfoespecies. La familia más diversa fue Fabaceae con 12 especies (9%), seguida por Sapotaceae, Rubiaceae y Moraceae con siete especies cada una (5.2%), luego Arecaceae y Annonaceae con seis especies (4.5%). Las familias más abundantes fueron Arecaceae con 116 individuos (22%), Moraceae con 40 (8%), Sapotaceae con 29 (6%), Fabaceae con 27 (5%) y Annonaceae con 26 (5%). Las especies más abundantes fueron las palmas *Astrocaryum murumuru* e *Iriarteia deltoidea* con 38 y 37 individuos, respectivamente (7%), seguidas por *Pseudolmedia laevis* con 27 (5%) e *Hirtella* sp., *Lunania parviflora*, *Pouteria trilocularis* y *Quararibea wittii* con 17 individuos (3%). Considerando el Índice de Valor de Importancia (IVIF), las familias más importantes son: Arecaceae con 15.5%, Moraceae con 7.3%, Tiliaceae con 6.4%, Chrysobalanaceae con 5.8% y Sapotaceae con 5.5%. Las especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) fueron *Iriarteia deltoidea* con 5.4%, *Astrocaryum murumuru* con 5.1%, *Pseudolmedia laevis* 4.6%, *Hirtella* sp. con 3.4% y *Pouteria trilocularis* con 3.2%. Este sitio estudiado es uno de los más diversos (132 spp.), siendo superada solamente por una parcela evaluada en Pilón Lajas (con 146 spp.) y por otra instalada en Rudidi, ANMI Madidi (134 spp.).

**Palabras clave:** Bolivia, Amazonía, Bosque preandino, Diversidad florística, Estructura.

## Abstract

This work has studied a one-hectare permanent located in the preAndean Amazonian forest corresponding to the sector of the Rio Hondo (Natural Area of Integrated Management Madidi). There were found 519 individuals of trees and vines with a diameter at chest height  $>$  10 cm belonging to 40 families, 94 genera, 132 species and 12 morphospecies. The most diverse family was Fabaceae with 12 species (9%) followed by Sapotaceae, Rubiaceae and Moraceae with seven species each (5.2%), and Arecaceae and Annonaceae with six species (4.5%). The most abundant families were Arecaceae with 116 individuals (22%), Moraceae with 40 (8%), Sapotaceae with 29 (6%), Fabaceae with 27 (5%), and Annonaceae with 26 (5%). The most abundant species were palms *Astrocaryum murumuru* and *Iriarteia deltoidea* with 38 and 37 individuals (7%), respectively, followed by *Pseudolmedia laevis* with 27 (5%), and *Hirtella* sp., *Lunania parviflora*, *Pouteria trilocularis*, *Quararibea wittii* with 17 individuals (3%). Considering the Importance Value Index (IVI), the most

important families are *Arecaceae* with 15.5%, *Moraceae* 7.3%, *Tiliaceae* 6.4%, *Chrysobalanaceae* 5.8%, and *Sapotaceae* 5.5%. The species with higher IVI were *Iriartea deltoidea* with 5.4%, *Astrocaryum murumuru* 5.1%, *Pseudolmedia laevis* 4.6%, *Hirtella sp.* 3.4%, and *Pouteria trilocularis* 3.2%. The mentioned site is one of the most diverse (132 spp.), which is only surpassed by one plot located in Pilon Lajas (146 spp.) and another installed in Rudidi, ANMI Madidi (134 spp.).

**Key words:** Bolivia, Amazonia, Preandean forest, floristic diversity, structure.

## Introducción

La región del Madidi es considerada como el albergue de la más alta diversidad en el país y como uno de los centros más importantes de biodiversidad en el Nuevo Mundo (Parker & Bailey 1991, Dinerstein *et al.* 1995). Jørgensen *et al.* (en este volumen) estiman que la región del Madidi contiene entre 5.000–8.000 especies de plantas vasculares.

En la realización de inventarios florísticos en bosques tropicales se utiliza cada vez más la instalación de parcelas permanentes de una hectárea de superficie, donde se inventarían los árboles con un DAP igual o mayor a 10 cm. El uso de este método permite una comparación cuantitativa y cualitativa de sitios estudiados (Seidel 1995). En Bolivia, ya son varios los estudios que se han realizado empleando este método, entre los que se pueden mencionar parcelas instaladas en el bosque de galería del Parque Noel Kempff Mercado (Arroyo 1995), en bosques amazónicos del Alto Ivón (Boom 1986), en los bosques amazónicos de San Buenaventura (Cahuaya 2001), parcelas instaladas en la Estación Biológica del Beni (Dallmeier *et al.* 1992), parcelas instaladas en los bosques chiquitanos (Killeen *et al.* 1998), así como las de la Serranía de Marimonos, Alto Beni (Seidel 1995) y las del Pílon-Lajas (Smith & Killeen 1995).

Los bosques amazónicos preandinos comprenden una de las áreas de mayor diversidad florística en Bolivia (Navarro 2002). Sin embargo, son pocos los estudios que se han realizado en estos bosques, por lo que aun es escasa la información sobre la diversidad,

composición y estructura, dinámica de los bosques o distribución de especies (Navarro 2002). Son pocos los estudios que se han utilizado la metodología de parcelas permanentes de muestreo de una hectárea (Boom 1987, Seidel 1995, Smith & Killeen 1995, Calzadilla 2004). Con la finalidad de aportar con mayor conocimiento botánico sobre la composición florística y estructura de bosques amazónicos preandinos en Bolivia, el presente estudio presenta datos y documentación de árboles y lianas con DAP  $\geq 10$  cm en una parcela permanente de muestreo, localizada en las cercanías del Río Hondo. En especial se analizaron la abundancia de especies arbóreas y lianas, frecuencia, dominancia, índices de valor de importancia (IVI) e índices de valor de importancia por familias (IVIF) y la distribución en clases diamétricas y de altura. Mayor detalle del estudio se encuentra en De la Quintana (2004).

## Área de estudio

La parcela permanente está situada en las proximidades del Río Hondo - tributario del Tuichi - (provincia Franz Tamayo, Depto. La Paz), a 23.5 km en línea recta al SO de Rurrenabaque, cerca de la senda turística que conecta los ríos Hondo y Tuichi. Las coordenadas de referencia de la parcela son 14°36'S 67°39'O y se encuentra a una altitud de 280 m (Figura 1). La precipitación anual en la estación meteorológica más cercana (Rurrenabaque) es de 2.444 mm y las temperaturas alcanzan en promedio los 24.9°C (Navarro & Maldonado 2002).



## Metodología

La metodología seguida para la instalación de la parcela corresponde a la propuesta por Adler & Synott (1992), utilizada en Bolivia por diversos investigadores en diferentes formaciones boscosas. Para la delimitación previa del área de bosque estudiado, se utilizaron imágenes satelitales, mapas y cartas topográficas a una escala de 1:50.000 del IGM (Instituto Geográfico Militar). La elección del área para la instalación de la PPM se realizó mediante la inspección ocular del área potencial, luego de un análisis del bosque, observando que no existan perturbaciones o claros grandes y que además el área se encuentre representada por una sola unidad fisiográfica y que corresponda a un solo tipo de vegetación.

La colecta de muestras y su procesamiento fueron llevadas a cabo siguiendo la metodología utilizada por el Herbario Nacional de Bolivia (LPB) y por el Missouri Botanical Garden (MO), que consiste en la colecta de especímenes de todas las morfoespecies observadas como diferentes en el campo; cuatro duplicados de los individuos estériles y ocho de aquellos especímenes que presentaron flores o frutos. El material colectado fue reunido en bolsas plásticas, para más tarde ser dispuesto en papel periódico para su posterior prensado. El material prensado fue alcoholizado para una mejor preservación en el campo. Una parte del material colectado fue secado en el campo mediante la utilización de una secadora que funciona en base a anafres de kerosen, mientras que el material que no pudo ser secado en el campo fue llevado al Herbario Nacional de La Paz para su determinación taxonómica.

Las colectas realizadas fueron depositadas en el Herbario Nacional de Bolivia (LPB), juegos de duplicados fueron enviados al Missouri Botanical Garden (MO) y a los herbarios de Santa Cruz (USZ), Cochabamba

(BOLV) y al Real Jardín Botánico de Madrid (MA). Las siglas que figuran en número de referencia de las tablas, pertenecen a los siguientes colectores: CMG = C. Maldonado G. y DDQ = D. De la Quintana.

Los parámetros de cálculo empleados fueron los siguientes:

### Abundancia relativa

Se expresa como:  $Ab = (N/Nt) \times 100$ , donde **N** es el número de individuos de una especie o familia y **Nt** es el número total de individuos (Lamprecht 1990).

### Frecuencia

Se define como la probabilidad de encontrar un atributo (por ejemplo una especie) en una unidad muestral y se mide en porcentaje.  $Fr = (a/A) \times 100$ ; donde, **a** es el número de apariciones de una determinada especie, y **A** es igual a la suma de todas las especies (Mostacedo & Fredericksen 2000).

### Área basal

Se define como la sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una determinada altura del suelo (Matteucci & Colma, 1982). Se expresa como  $AB = \pi(D^2/4)$ ; donde: **Pi** es igual a la constante 3.1416 y **D** es igual al diámetro a la altura del pecho (DAP) (Mostacedo & Fredericksen 2000).

### Dominancia relativa

Se expresa como:  $Dr = (AB/Abt) \times 100$ ; donde **AB** es el área basal de una especie o familia y **ABt** es el área basal total (Lamprecht 1990).

### Índice de Valor de Importancia (IVI)

Muestra la importancia ecológica relativa de cada especie en el área muestreada. Se expresa

como:  $IVI = Ab + Dr + Fr$ , donde **Ab** es la abundancia relativa de la especie, **Dr** la dominancia relativa de la especie y **Fr** la frecuencia relativa de la especie (Lamprecht 1990).

### Índice de Valor de Importancia por Familia

Se expresa como:  $IVIF = DrF + AbF + DivF$ ; donde **DrF** es la dominancia relativa por familia, **AbF** es la abundancia relativa por familia y **DivF** es la diversidad relativa por familia (Lamprecht 1990).

## Resultados

### Diversidad

Se registraron 519 individuos de árboles y lianas con  $DAP \geq 10\text{cm}$ , representados por 40 familias, 94 géneros y 134 morfoespecies, de las cuales 12 no se han podido identificar a nivel de familia. La familia con mayor número de especies es Fabaceae con 12 especies (9%), seguida por Sapotaceae, Rubiaceae y Moraceae con 7 (5.2%) y Arecaceae y Annonaceae con seis especies (4.5%), Euphorbiaceae con cinco (3.7%) y Violaceae, Tiliaceae y Sapindaceae con cuatro

(3%). Estas 10 familias en total suman 62 especies (46.3%), mientras que las restantes 30 familias suman en conjunto 60 especies (53.7%).

La curva de especies vs. área obtenida muestra un incremento de especies constante a medida que avanza el muestreo por subparcela. Es claro que el área de muestreo es insuficiente para lograr un inventario completo de las especies arbóreas y lianas presentes en esta comunidad, ya que la curva continúa incrementando sin llegar a estabilizarse completamente (Figura 2).

### Abundancia

Las familias con mayor número de individuos en orden de importancia son Arecaceae, Moraceae, Sapotaceae, Fabaceae y Annonaceae. Estas diez familias representan un 64% del total de individuos, mientras que las 30 familias restantes representan el 36% (Figura 3, Tabla 1).

Las especies con mayor número de individuos son las palmas *Astrocaryum murumuru* e *Iriartea deltoidea*, además de *Pseudolmedia laevis*, *Hirtella* sp. y *Quararibea wittii*. Las diez especies en conjunto presentan el 41% de individuos, mientras que las 112 especies junto a los 12 individuos

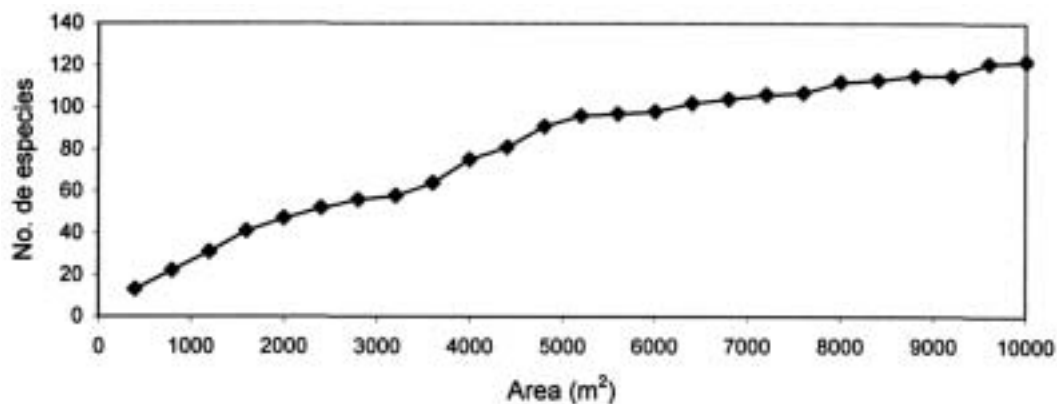


Fig. 2: Curva de área versus número de especies del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi.

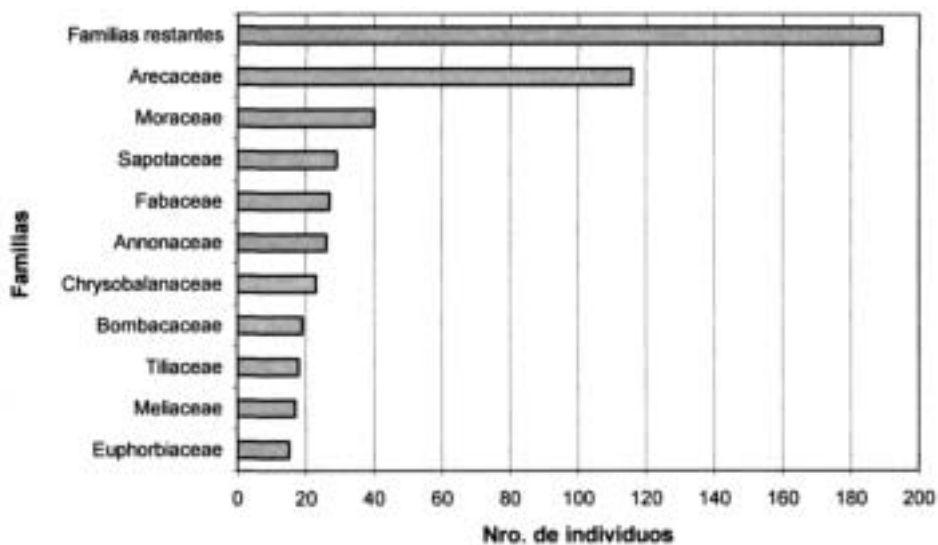


Fig. 3: Familias más abundantes en la PPM del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi.

Tabla 1: Las diez principales familias encontradas en parcela del bosque amazónico preandino del Río Hondo, de acuerdo a los valores de IVIF (Índice de importancia de familia).

Familia	Abundancia		Frecuencia		Dominancia (area basal)		IVI-Fam
	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativa	
Arecaceae	116	22.4	24	7.9	3.8	16.4	15.5
Moraceae	40	7.7	16	5.3	2.0	8.8	7.3
Tiliaceae	18	3.5	12	4.0	2.7	11.8	6.4
Chrysobalanaceae	23	4.4	13	4.3	2.0	8.5	5.8
Sapotaceae	29	5.6	15	4.9	1.4	6.1	5.5
Fabaceae	27	5.2	15	4.9	0.8	3.3	4.5
Annonaceae	26	5.0	14	4.6	0.8	3.5	4.4
Euphorbiaceae	15	2.9	11	3.6	1.5	6.6	4.4
Bombacaceae	19	3.7	14	4.6	0.6	2.7	3.7
Meliaceae	17	3.3	15	4.9	0.4	1.8	3.3
Familias restantes	189	36.4	155	51.0	7.1	30.6	39.3
Total	519	100	304	100	23,07	100	100

**Tabla 2: Las diez principales especies encontradas en la parcela del bosque amazónico preandino de Río Hondo, de acuerdo a los valores de IVI (Índice de importancia de especie). Abreviaciones: Abs. = Absoluta.**

Especie	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	
<i>Iriartea deltoidea</i>	37	7.1	17	4.4	1.1	4.7	5.4
<i>Astrocaryum murumuru</i>	38	7.3	16	4.1	0.9	4	5.1
<i>Pseudolmedia laevis</i>	27	5.2	12	3.1	1.2	5.4	4.6
<i>Hirtella</i> sp.	17	3.3	10	2.6	1	4.3	3.4
<i>Pouteria trilocularis</i>	17	3.3	8	2.1	1	4.2	3.2
<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	15	2.9	10	2.6	0.9	3.8	3.1
<i>Quararibea wittii</i>	17	3.3	13	3.3	0.5	2.2	2.9
<i>Luehea</i> DDQ 438	1	0.2	1	0.3	1.8	7.7	2.7
<i>Lunania parviflora</i>	17	3.3	12	3.1	0.3	1.3	2.6
<i>Attalea phalerata</i>	8	1.5	5	1.3	0.9	4	2.3
Especies restantes	325	62.6	285	73.3	13.5	58.6	65
Total	519	100	389	100	23.1	100	100

**Tabla 3: Familias dominantes en la parcela permanente del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi.**

Familia	Dominancia	%	Abundancia	%
Arecaceae	3.8	16%	116	22%
Tiliaceae	2.7	12%	18	3%
Moraceae	2.0	9%	40	8%
Chrysobalanaceae	2.0	9%	23	4%
Euphorbiaceae	1.5	7%	15	3%
Sapotaceae	1.4	6%	29	6%
Anacardiaceae	1.0	4%	7	1%
Annonaceae	0.8	4%	26	5%
Fabaceae	0.8	3%	27	5%
Bombacaceae	0.6	2%	19	4%
Familias restantes	6.5	28%	199	38%
Total	23.1	100%	519	100%

indeterminados restantes representan en conjunto el 59%.

### Dominancia

El resultado obtenido para el área basal o dominancia total es de 23.1 m<sup>2</sup>. La familia con mayor dominancia es *Arecaceae*, seguida por *Tiliaceae*, *Moraceae*, *Chrysobalanaceae* y *Euphorbiaceae*. Las diez principales familias representan en conjunto el 72% del área basal, mientras que las restantes representan solamente el 28% (Tabla 3).

Respecto al área basal registrada por especie, *Luehea sp.* es la especie con mayor dominancia, seguida por *Pseudolmedia laevis* e *Iriarte deltoidea*. Las diez principales especies representan el 45% del área basal, mientras que las especies restantes el 55% del mismo (Tabla 4).

### Frecuencia

En cuanto a la frecuencia, las familias con mayores valores son *Arecaceae*, *Moraceae*, *Burseraceae*, *Sapotaceae* y *Meliaceae*. Las diez principales familias representan en total una frecuencia de 155 (51%), mientras que las restantes familias presentan una frecuencia de 149 (49%) (Tabla 5). Las especies con mayor frecuencia son *Iriarte deltoidea*, *Astrocaryum murumuru*, *Quararibea wittii*, *Pseudolmedia laevis* y *Lunania parviflora*. Las diez principales especies representan una frecuencia de 121 (31%), mientras que las restantes especies representan una frecuencia de 268 (69%) (Tabla 6).

### Índice de importancia

De acuerdo al índice de valor de importancia (IVIF), las diez familias principales son *Arecaceae*, *Moraceae*, *Tiliaceae*, *Chrysobalanaceae*, *Sapotaceae*, *Fabaceae*, *Annonaceae*, *Euphorbiaceae*, *Bombacaceae* y *Meliaceae*, que representan en conjunto el 60.7% del total. Las 30 familias restantes suman en total el 39.3% del IVIF. La lista completa del

IVIF de todas las familias se incluye en el Anexo 1.

Las especies con mayor Índice de Valor de Importancia (IVI) registradas en la parcela del Río Hondo son *Iriarte deltoidea*, *Astrocaryum murumuru*, *Pseudolmedia laevis*, *Hirtella sp.*, *Pouteria trilocularis* y *Pentaplaris davidsmithii* en orden de importancia. Estas diez principales especies en conjunto, representan el 35.2 % del total. En el anexo 2 se presenta la lista completa especies según el IVI.

### Clases diamétricas y altimétricas

La estructura por clase diamétrica está dada por 344 individuos (66.3%) presentes en la clase de 10–20 cm, 98 individuos (18.9%) en la clase de 20–30 cm, 40 individuos (7.7%) en la clase de 30–40 cm, 24 individuos (4.6%) en la clase de 40–50 cm, siete individuos (1.3%) en la clase de 50–60 cm, un individuo (0.2%) en la clase de 60–70 cm, dos individuos (0.4%) en la clase de 70–80 cm y tres individuos (0.6%) en la clase mayor a 80 cm (Figura 5).

Separando los árboles en clases de alturas, se registró la presencia de 59 individuos (11.4%) de 5–10 m de alto, 191 individuos (36.8%) en la clase de 10–15 m, 155 individuos (29.9%) de 15–20 m, 47 individuos (9%) en la clase de 20 a 25 m, 34 individuos (6.5%) en la clase de 25–30 m, 19 individuos (3.7%) en la clase de 30–35 m y 19 individuos (3.7%) en la clase de 35–40 m, y finalmente, las lianas que representan el 2.7% (Figura 6).

### Lianas

De los 519 individuos registrados en la parcela, 14 de ellos (3%) fueron lianas, pertenecientes a cinco familias: *Bignoniaceae*, *Combretaceae*, *Fabaceae*, *Nyctaginaceae* y *Rubiaceae* y un individuo que no fue identificado a nivel de familia. Los géneros con mayor abundancia fueron *Uncaria* y *Dalbergia* con cuatro individuos (1%). A nivel de especie, la de mayor abundancia fue *Dalbergia frutescens* con una frecuencia de 4



**Tabla 4: Especies dominantes en la parcela permanente del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi.**

Especies	Dominancia	%	Abundancia	%
<i>Luehea</i> sp.	1.8	8%	1	0%
<i>Pseudolmedia laevis</i>	1.2	5%	27	5%
<i>Iriartea deltoidea</i>	1.1	5%	37	7%
<i>Hirtella</i> sp.	1	4%	17	3%
<i>Licania oblongifolia</i>	1	4%	5	1%
<i>Pouteria trilocularis</i>	1	4%	17	3%
<i>Astrocaryum murumuru</i>	0.9	4%	38	7%
<i>Attalea phalerata</i>	0.9	4%	8	2%
<i>Pentaplaris davidsmithii</i>	0.9	4%	15	3%
<i>Spondias mombin</i>	0.7	3%	3	1%
Especies restantes	12.6	55%	351	68%
Total	23.1	100%	519	100%

**Tabla 5: Familias más frecuentes en la parcela permanente del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi.**

Familia	Frecuencia	%
Arecaceae	24	8%
Burseraceae	16	5%
Moraceae	16	5%
Fabaceae	15	5%
Meliaceae	15	5%
Sapotaceae	15	5%
Annonaceae	14	5%
Bombacaceae	14	5%
Chrysobalanaceae	13	4%
Flacourtiaceae	13	4%
Familias restantes	149	49%
Total	304	100%

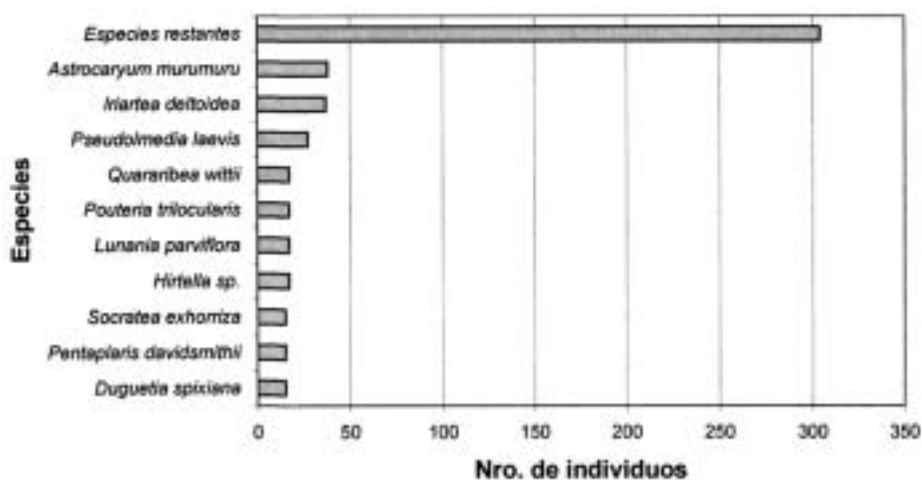
individuos (1%), seguida por *Uncaria guianensis* con dos (0.004%). La especie con mayor frecuencia también fue *Dalbergia frutescens* con un valor de tres individuos (1%); asimismo, la liana con mayor IVI fue *Dalbergia frutescens*.

## Discusión

Estudios realizados en la Amazonía peruana, empleando la metodología de parcelas permanentes de una hectárea reportan una

**Tabla 6: Especies más frecuentes en la parcela permanente del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi.**

Especie	Frecuencia	%
<i>Iriartea deltoidea</i>	17	4%
<i>Astrocaryum murumuru</i>	16	4%
<i>Quararibea wittii</i>	13	3%
<i>Lunania parviflora</i>	12	3%
<i>Pseudolmedia laevis</i>	12	3%
<i>Protium rhynchophyllum</i>	11	3%
<i>Celtis schipii</i>	10	3%
<i>Hirtella</i> sp.	10	3%
<i>Pentaplaris david-smithii</i>	10	3%
<i>Socratea exorrhiza</i>	10	3%
Especies restantes	268	69%
<b>Total</b>	<b>389</b>	<b>100%</b>



**Fig. 4: Especies más abundantes en la PPM del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi.**

diversidad entre 155 y 283 especies con DAP $\geq$ 10 cm (Gentry 1997). La comparación de siete parcelas de una hectárea establecidas, cuatro en la región amazónica y tres al noreste peruano, han reportado de 111 a 246 especies por hectárea, considerando a todos los árboles con DAP $\geq$ 10 cm (Palacios *et al.* 1993). El número de especies encontrado en el presente estudio (132), se ubica

próximo al límite inferior encontrado por Palacios *et al.* (1993) y Gentry (1997), lo que indica una tendencia en la disminución de la diversidad conforme aumenta la latitud (Gentry & Ortiz 1993). Este patrón también se evidencia comparando el resultado del presente estudio con otros realizados en Bolivia (Tabla 7). Sin embargo, los resultados muestran que la parcela

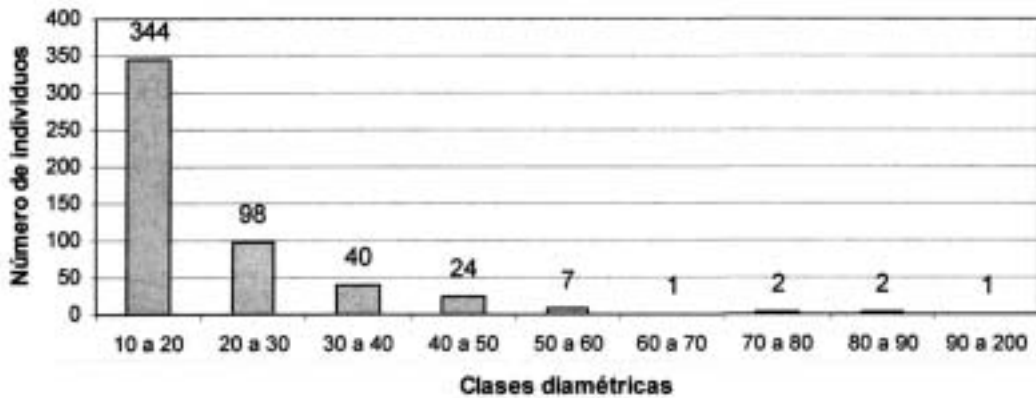


Fig. 5: Abundancia de individuos por clases diamétricas del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi.

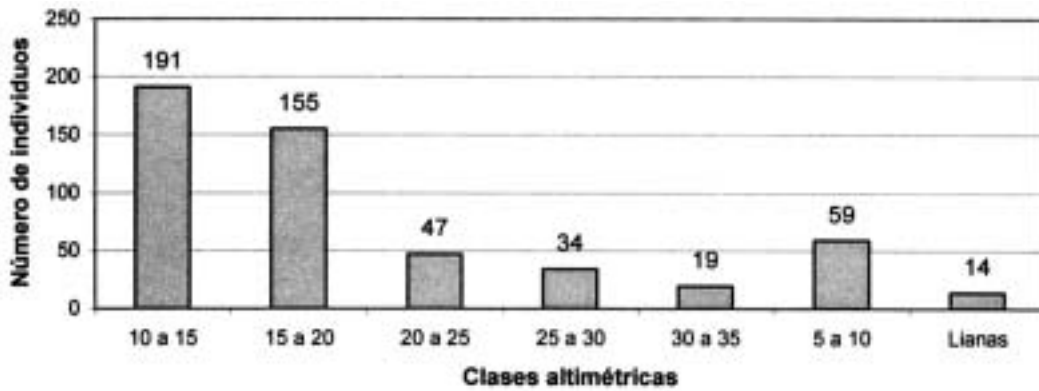


Fig. 6: Abundancia de individuos por clases de altura del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi.

de Alto Ivón (Boom 1986) situada a una latitud menor que las parcelas de la Serranía del Pilon Lajas (Smith & Killeen 1995) y del bosque amazónico de pie de monte (Calzadilla 2004) y del preandino del sector del río Hondo, presentan un menor número de especies. Este hecho también puede estar relacionado con otros factores como la altitud, precipitación y temperatura. Al respecto, Ibisch & Mérida (2003) sostienen que los bosques amazónicos preandinos presentan una precipitación

promedio anual entre 1.300 y 7.000 mm con temperaturas promedio entre 24-28°C, mientras que los bosques amazónicos de Pando - ecoregión a la que correspondería la parcela del Alto Ivón (Boom 1986) - presenta una precipitación promedio anual de 1.500-2.400 mm con temperaturas promedio de 24-27°C (Tabla 7).

Un máximo de 96 especies por hectárea fue registrado en la localidad de Perseverancia a una latitud de 14°41'S, 62°37'O (Vargas *et al.*

1994). Boom (1987) registró 94 especies en una parcela de una hectárea localizada en la provincia Vaca Diez del departamento del Beni (11°45'S, 66°02'O). Para la Serranía Pilón Lajas se registraron 78 y 146 especies por hectárea a una latitud de 15°15'S, 67°00'O (Smith & Killeen 1995). En la Serranía de Marimonos, Alto Madidi, se registraron 118, 116 y 115 especies en tres parcelas de una hectárea respectivamente a una latitud de 15°32'S, 67°21'O (Seidel 1995). Palacios *et al.* (1993) mencionan que en la planicie beniana considerada con una baja diversidad, se reportaron entre 49 y 54 especies. Estudios más recientes en parcelas permanentes en el Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado Madidi, reportaron 135 especies (Calzadilla 2004) a una latitud de 14°21'S, 61°57'O (Tabla 7).

Los resultados obtenidos para el presente trabajo reportan a 132 especies en total, cifra

solamente superada en Bolivia por la parcela de la Cumbre Pilón en la serranía Pilón-Lajas (Smith & Killeen 1995) y por la del bosque estacional preandino en Madidi (Calzadilla 2004). Los resultados obtenidos muestran similitud con otros estudios realizados en Bolivia en este mismo tipo de formación boscosa. Para la localidad del Alto Ivón, Boom (1986) reporta a Moraceae y Arecaceae como las familias con mayor abundancia en la parcela, lo que coincide con el presente trabajo. De las principales diez familias con mayor abundancia, cinco coinciden con las reportadas en el presente estudio. Seidel (1995) reportó para las tres parcelas de la Serranía de Marimonos a Moraceae, Arecaceae, Fabaceae y Annonaceae dentro de las diez familias con mayor abundancia; de éstas cuatro también fueron registradas como las más abundantes

**Tabla 7: Comparación entre diferentes parcelas instaladas en bosques amazónicos preandinos.**

Localidad	Coordenadas	Altitud (m)	Nro. de especies	Precipitación (mm)
Alto Ivón (1)	11°45'S, 66°02'O	200	94	1.550
Bosque amazónico de pie de monte (2)	14°21'S, 67°57'O	200	135	1.927
Serranía de Marimonos, Alto Beni (3)	15°32'S, 67°21'O	600 – 750	118, 116 y 115	1.585
Bosque amazónico preandino del sector del río Hondo (4)	14°36'S, 67°39'O	280	132	2.444
Perseverancia (Reserva de Vida Silvestres Ríos Blanco y Negro) (5)	14°41'S, 62°37'O	200	96	1.400
Serranía Pilón Lajas (6)	14°55'S, 67°05'O	270	78	2500
Cumbre del Pilón Lajas (6)	15°15'S, 67°00'O	900	1.46	2.500
Bosques del Sector de Pando (7)	9°38' y 12°30'S 69°35' y 65°17'O	165 - 296	389	1.700-2.000

Referencias: (1) Boom (1986), (2) Calzadilla (2004), (3) Seidel (1995), (4) Este estudio, (5) Vargas *et al.* (1994), (6) Smith & Killeen (1995), (7) Balcázar & Montero (2002).

para la parcela del Río Hondo. Del mismo modo, Calzadilla (2004) reportó para la localidad de Rudidi a Arecaceae, Moraceae y Fabaceae como las familias con mayor abundancia; de las diez familias con mayor abundancia en la parcela, seis coinciden con el presente estudio. Para la Amazonía ecuatoriana Neill & Palacios (2003) también mencionan a Moraceae y Arecaceae entre las familias con mayor abundancia, de ellas cinco familias coinciden con las registradas en el presente estudio. Mientras que para la Amazonía peruana, Palomino (2001) también menciona a Moraceae y Arecaceae entre las diez familias con mayor abundancia, presentando a cinco familias en común con las del Río Hondo.

Respecto a las especies con mayor abundancia, Seidel (1995), Smith & Killeen (1995) y Calzadilla (2004) mencionan a *Iriartea deltoidea* como la más abundante en sus parcelas, hecho que concuerda con el presente trabajo, aunque ésta sea la segunda especie más abundante luego de *Astrocaryum murumuru*. Para la Amazonía ecuatoriana y peruana (Neill & Palacios 2003, Pitman *et al.* 2001) también corroboran este registro. El hecho que Moraceae, Arecaceae y Fabaceae sean las familias más abundantes en la parcela del río Hondo y en otras parcelas de la Amazonía, tanto ecuatoriana como peruana no es de extrañar ya que dichas familias están representadas por especies como *Astrocaryum murumuru*, *Iriartea deltoidea* o *Pseudolmedia laevis* ampliamente distribuidas en los bosques tropicales del neotrópico, principalmente en los bosques del oeste amazónico y cercana a la cordillera de los Andes (Foster *et al.* 2001, <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>).

Respecto al área basal, para el presente estudio se tiene un valor de 23.1 m<sup>2</sup>, que es inferior al valor registrado por Calzadilla (2004) de 31.1 m<sup>2</sup>, Smith & Killeen (1995) con un valor de 30.6 m<sup>2</sup> y Seidel (1995) con un rango de 25.1-27.5 m<sup>2</sup>, pero superior al registrado por Boom (1986) de 21.5 m<sup>2</sup>. Valencia (1995) y Grubb *et al.*

(1963), sugieren que existiría una correlación entre el tamaño de los troncos y la altitud a la que se encuentran. Sin embargo, como se muestra en la tabla 10, las parcelas instaladas por Boom (1986), Calzadilla (2004) y Smith & Killeen (1995) se encuentran a una altitud menor a la del presente trabajo, pero presentan un área basal mayor. Este hecho podría estar relacionado con una posible extracción maderera en el pasado en el área de estudio, lo cual puede incidir en la presencia de árboles más jóvenes con diámetros también menores. Otro factor que también podría explicar el bajo valor del área basal de la parcela del río Hondo, es el número de individuos de las diferentes parcelas, así por ejemplo Calzadilla (2004) reportó 588 individuos, Smith & Killeen (1995) 647, Seidel (1995) entre 499 y 579 individuos, cifras superiores a las del presente estudio (519).

De igual manera, para la Amazonía peruana Pitman *et al.* (2001) reportan para nueve parcelas permanentes un rango de 465-724 individuos por parcela con un promedio de 29.2 m<sup>2</sup> de área basal. Para la Amazonía ecuatoriana Neill & Palacios (2003) registraron 724 individuos con un área basal de 30.5 m<sup>2</sup>. En ambos casos, el área basal y el número de individuos son superiores a los de la parcela del Río Hondo, por lo que nuevamente queda manifiesta la clara relación positiva entre el número de individuos y el área basal.

Respecto a las frecuencias encontradas para el presente estudio, tenemos que las familias más frecuentes son Arecaceae, Burseraceae y Moraceae, hecho que coincide con los trabajos como el de Smith & Killeen (1995) que también mencionan a Arecaceae como una de las familias más frecuentes. La especie más frecuente para el río Hondo es *Iriartea deltoidea*, también citada como una de las especies más frecuentes en la Amazonía boliviana (Boom 1986, Smith & Killeen 1995, Calzadilla 2004), al igual que en Perú y Ecuador (Pitman *et al.* 2001, Neill & Palacios 2003).

Los resultados obtenidos para la parcela del Río Hondo en relación al Índices de Importancia

corroboran el planteamiento que en los bosques tropicales siempre existe un grupo de familias dominantes y especies con importancia dentro de la composición del bosque y estos taxones se repiten en áreas extensas (Boom 1986, Pitman *et al.* 2001). Un registro importante del presente estudio es la presencia de Tiliaceae como una de las familias con mayor importancia, ya que esta familia no había sido antes mencionada entre las familias con mayor IVIF en los bosques de la Amazonía. Por otro lado, la importancia de Moraceae como una de las principales familias de la parcela coincide con los trabajos de Boom (1987) y Seidel (1995), que también mencionan a Moraceae como la principal familia y que no había sido antes registrada como una de las más importantes en los bosques amazónicos de Bolivia. Balslev *et al.* (1987) también plantean que la familia Moraceae es la más importante, seguida por Arecaceae y Fabaceae. Para el bosque amazónico preandino de Rudidi (Calzadilla 2004), también se registra a Moraceae entre las principales familias, acompañada de Arecaceae y Fabaceae. Palomino (2001) también reporta a la familia Moraceae como la familia más importante para la parcela del bosque nublado de San Pedro (Reserva de Biosfera del Manu, Perú).

Por otro lado, Boom (1986) sostiene que aunque nunca se encontrará una única especie importante en el bosque húmedo tropical sin limitaciones de suelo, un pequeño grupo de árboles domina cualquier área de bosque. El presente estudio corrobora esta tendencia, mostrando que existe un grupo de especies dominantes (o importantes), entre las que figuran las palmas *Astrocaryum murumuru* e *Iriarte deltoidea* y la Moraceae *Pseudolmedia laevis*. Estos resultados tienen relación con otros estudios que mencionan estas especies como importantes dentro de las parcelas bolivianas (Seidel 1995, Smith & Killeen 1995, Beck *et al.* 2003, Calzadilla 2004) además de otras especies como *Poulsenia armata* y *Otoba parvifolia* (Seidel 1995).

Para las parcelas instaladas en la región amazónica ecuatoriana y peruana se menciona

a *Iriarte deltoidea* como la especie más importante (Balslev *et al.* 1987, Foster *et al.* 2001, Pitman *et al.* 2001, Neill & Palacios 2003). Este hecho coincide con el presente trabajo, en que la especie más importante es *Astrocaryum murumuru* con 38 individuos seguida por *Iriarte deltoidea* con 37 individuos. Además, la presencia de *Pseudolmedia laevis* concuerda con otros trabajos que la señalan como una especie importante en las parcelas bolivianas, ecuatorianas y peruanas (Smith & Killeen 1995, Pitman 2000, Poorter *et al.* 2000, Pitman *et al.* 2001).

Es importante mencionar para el presente estudio la co-dominancia de *Pentaplaris davidsmithii*, una especie recientemente descrita de un género previamente conocido solamente de Costa Rica y considerada como inusual en los bosques tropicales (Bayer & Dorr 1999). Esta especie tiene un área de distribución restringida a la parte norte del piedemonte en Bolivia y el sur de Perú (Cordillera Azul), siendo característica de los bosques amazónicos del sector (Fuentes 2004).

Finalmente y para respaldar los resultados obtenidos, Henderson *et al.* (1995) sostienen que las palmas presentan una amplia distribución en la Amazonía, por lo cual no es de extrañar la presencia de ellas en la parcela permanente. *Iriarte deltoidea* está ampliamente distribuida en los bosques húmedos tropicales y abarca preferentemente la región occidental de la Amazonía. *Astrocaryum murumuru* presenta una distribución más amplia y es común en casi toda la Amazonía, mientras que *Attalea phalerata* es una especie importante en todo el sur de la Amazonía, principalmente en bosques estacionales del Escudo Brasileño (Henderson *et al.* 1995).

Especies presentes en la PPM como *Pouteria trilocularis* se encuentran ampliamente distribuidas en toda la Amazonía como *Pentaplaris davidsmithii* y *Triplaris poeppigiana*; están restringidas a la Amazonía occidental y además son endémicas de la Amazonía occidental de Bolivia y sud del Perú. *Pseudolmedia laevis* es una especie característica de la Amazonía

Occidental, con distribución desde Venezuela hasta Bolivia. Finalmente, *Lunania parviflora* tiene amplia distribución en los bosques húmedos neotropicales con una distribución que abarca desde Costa Rica hasta Bolivia. Las especies mencionadas anteriormente ejemplifican brevemente la fitogeografía de estos bosques.

La estructura diamétrica en la mayoría de los bosques tropicales está dada por un alto número de individuos con clases diamétricas menores y muy pocos individuos en las categorías altas (Lamprecht 1962, Seidel 1995, Vargas 1996, Webb & Pitman 2002). En el presente estudio, la clase diamétrica de 10–20 cm presentó los porcentajes más altos en cuanto a número de individuos - 83 y 84% - respectivamente. Esta misma tendencia también fue encontrada en la parcela de Río Amparo del departamento de Santa Cruz, con un valor de 60% de 569 individuos en 10–20 cm dap (Vargas 1996). Los datos obtenidos para el Río Hondo muestran que existe un bajo número de individuos con clases diamétricas mayores a los 40 cm, registrando en total un 6.2 %, representado por 32 individuos. Individuos con diámetros mayores a 70 cm fueron aún menores, registrándose únicamente cinco individuos y representando en conjunto el 0.9%. Es importante mencionar que en los límites de la parcela se encontraron grandes tocones (bases cortadas de árboles), lo cual sugiere que posiblemente en décadas anteriores existió el aprovechamiento de madera en proximidades al área de estudio, lo que también ayudaría a explicar el bajo número de individuos con diámetro elevado y el área basal relativamente baja. Para Bolivia, las clases de 5–20 m presentan entre 77 y 87% de los individuos en la Serranía de Marimón (Seidel 1995), mientras que para el Hondo es de 78%. En la Reserva del Manu (Perú), estas clases representan el 62.8% (Palomino 2001). Por lo que se concuerda con el patrón encontrado en otros bosques de tierras bajas de la Amazonía.

La relación entre diámetro y altura indica que 205 individuos (39.5%) entre 10–20 cm de

DAP presentan alturas entre 5–15 m de altura. Los datos obtenidos también muestran que existe un menor número de individuos: 27 (5.2%) con DAP entre 20–40 cm con alturas entre 10–20 m. Respecto a individuos emergentes, observamos que estos son pocos, 19 individuos (3.7%), con DAP entre los 40–50 cm y alturas entre los 20–35 m.

## Conclusiones

En la parcela del bosque amazónico preandino del Río Hondo se registraron 519 individuos entre árboles y lianas con DAP  $\geq$  10 cm, representados por 40 familias, 94 géneros, 122 especies y 12 individuos indeterminados, pertenecientes a 12 diferentes especies, de los cuales no fue posible la clasificación taxonómica al nivel de familia.

Los resultados obtenidos muestran que la parcela permanente del río Hondo está entre las que el mayor número de especies (132) se ha reportado para Bolivia, siendo superada solamente por la parcela instalada en Rudidi (PN-ANMI Madidi) en que se registraron 135 especies y por la de Cumbre Pilón (Serranía del Pilón Lajas) con 146 especies. Sin embargo, este número es inferior al registrado en parcelas de la Amazonía peruana donde se registraron entre 155 y 283 especies, lo que podría deberse a la tendencia general de la disminución de la diversidad con el aumento de la latitud, además de factores climáticos, edáficos y antrópicos.

Las especies encontradas en la parcela como *Iriartea deltoidea*, *Astrocaryum murumuru*, *Terminalia amazonica*, *Hura crepitans* y *Poulsenia armata* corroboran que la parcela pertenece a la ecoregión de los bosques amazónicos de piedemonte. Por otro lado, la presencia de especies como *Quararibea wittii* o *Triplaris poeppigiana* respaldan que la parcela corresponde al distrito biogeográfico amazónico del Alto Beni.

De acuerdo con las especies registradas en la parcela, se encontró relación con las encontradas en la formación boscosa

correspondientes al bosque amazónico de piedemonte, registradas tanto en trabajos en el bosque amazónico boliviano como en el ecuatoriano y peruano. En este sentido, podemos mencionar a *Iriartea deltoidea*, *Astrocaryum murumuru*, *Pseudolmedia laevis* y *Poulsenia armata*, como especies características de esta formación.

Es importante mencionar la presencia de Moraceae Fabaceae, Arecaceae, como las familias más frecuentes en la parcela, hecho que concuerda con otros estudios realizados en la Amazonía boliviana y también en la ecuatoriana y peruana. Como hecho particular para el presente estudio se determina la presencia de Tiliaceae como una de las familias con mayor importancia. Esta familia no había sido antes mencionada entre las familias con mayor IVIF en los bosques de la Amazonía.

En cuanto a la distribución según clases diamétricas, se presenta un comportamiento gradual de una "J" invertida, lo que confirma la tendencia para los bosques tropicales sin perturbaciones. Las clases por altura corroboran la tendencia respecto a los bosques de tierras bajas, con la presencia de un mayor número de individuos con alturas entre 5 y 20 m con pocos individuos emergentes.

### Agradecimiento

El trabajo fue subvencionado por la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos (National Science Foundation grant no. DEB-0101775) y por el Missouri Botanical Garden (MO) a través del Fondo Taylor para Investigación Ecológica. Mi agradecimiento a R. Seidel, A. Fuentes, N. Paniagua, A. Araujo, F. Bascopé, V. Cardona, C. Maldonado y T. Miranda por la ayuda recibida durante el trabajo de campo. A la familia Pariamo por su cordialidad e invaluable conocimientos. A la Unidad de Monitoreo Ambiental del SERNAP, en particular a C. de Ugarte y A. Garret por la cooperación en la elaboración del mapa de "Ubicación de la parcela permanente de

muestreo". A todo el personal del Herbario Nacional de Bolivia, en especial a S. Beck, E. García y R. López por el apoyo brindado. A P.M. Jørgensen, T. Killeen, A. Fuentes y M. Moraes por la revisión del presente documento. A V. Alarcón por el apoyo constante para la realización del presente trabajo. Este estudio más detallado fue presentado como tesis de licenciatura en la Universidad Mayor de San Andrés.

### Referencias

- Adler, D. & T.J. Synott. 1992. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. *Tropical Forestry Papers/Oxford Forestry Institute* (25): 1-124.
- Arroyo, L. 1995. Estructura y composición de una isla de bosque y un bosque de galería en el Parque Nacional "Noel Kempff Mercado". Tesis de licenciatura, Carrera de Biología, Universidad Gabriel René Moreno, Santa Cruz. 55 p.
- Balcázar, J. & J. C. Montero. 2002. Estructura y composición de los bosques en el sector de Pando. Documento Técnico 108/2002, Bolfor, Santa Cruz. 70 p.
- Balslev, H., J. Luteyn, B. Øllgaard & L.B. Holm-Nielsen, 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonia. *Opera Botanica* 92: 37-57.
- Bayer, C & L.J. Dorr. 1999. A synopsis of the neotropical genus *Pentaplaris*, with remarks on its systematic position within core Malvales. *Brittonia* 51(2): 134-148.
- Beck, S.G., T.J. Killeen y E. García. 1993. Vegetación de Bolivia. Pp. 6-24. En: T.J. Killeen, E. García y S. Beck (eds.). Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia y Missouri Botanical Garden, Edit. Quipus SRL, La Paz.
- Boom, B.M. 1986. A forest inventory in Amazonian Bolivia. *Biotropica* 18(4): 287-294.



- Boom, B.M. 1987. Un inventario selvático en la zona amazónica de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 10: 1-14.
- Calzadilla, M. 2004. Estructura y composición de un bosque amazónico de pie de monte, Parque Nacional y ANMI Madidi, La Paz-Bolivia. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Forestal, Universidad Gabriel René Moreno, Santa Cruz. 55 p.
- Dallmeier, F., R.B.Foster, C.B. Romano, R. Rice & M. Kabel. 1992. Guía para el usuario de las parcelas experimentales de biodiversidad. Reserva de la Biósfera del Beni, Bolivia. Smithsonian Institution, Washington, D. C.
- De la Quintana R., D. 2004. Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en el bosque amazónico preandino del sector del Río Hondo, Area Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz, Bolivia). Tesis de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 49 p.
- DeWalt, S., G. Bourdy, L.R. Chavez de Michel & C. Quevedo. 1999. Ethnobotany of the Tacana: quantitative inventories of two permanent plots of northwestern Bolivia. *Economic Botany* 53(3): 237-269.
- Dinerstein, E. D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, A. A. Rim, M. P. Bookbinder & G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Wildlife Fund - The Old Bank, Washington DC. 135 p.
- Ergueta, P. & H. Gómez. 1997. Directorio de áreas protegidas de Bolivia. CDC Bolivia, La Paz. 186 p.
- Foster, R., H. Beltrán & W.S. Alverson. 2001. Flora y vegetación de la Cordillera del Condor. Pp. 50-64. En: W.S. Alverson, L.O. Rodríguez & D.K. Moskovits (eds.), Perú: Biabo Cordillera Azul. Rapid Biological Inventories Report 2. The Field Museum, Chicago.
- Gentry, A. H. 1997. Lowlands of Manu national park: Cocha Cashu biological station, Perú. Pp. 360-363. En: S.D. Davis, V.H. Heywood, O. Herrera, J. Villalobos and A.C. Hamilton (eds) *Centres of Plant Diversity: A Guide and Strategy for Their Conservation*, Vol 3, WWF and IUCN, Cambridge.
- Gentry, A. & R. Ortíz. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonía peruana. Pp. 155-166. En: R. Kalliola, M. Puhakka & W. Danjoy (eds.). *Amazonía Peruana. Vegetación Húmeda Tropical en el Llano Subandino*, Proyecto Amazonia Universidad de Turku (PAUT) - Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN), Jyväskylä.
- Henderson A., G. Galeano & R. Bernal. 1995. *Palms of the Americas*. Princeton University Press. Princeton, New Jersey. 230 p.
- Ibisch, P.L. & G. Mérida (eds.). 2003. *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Editorial Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz de la Sierra. 638 p.
- Killeen, T. J., A. Jardim, F. Mamani, N. Rojas & P. Saravia. 1998. Diversity, composition, and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitanía region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14: 803-827.
- Lamprecht, H. 1962. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. *Acta Científica Venezolana* 13: 57-65.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Instituto de Silvicultura de La Universidad de Göttingen, Eschborn. 335 p.
- Morrone, J.J. 2001. *Biogeografía de América Latina y el Caribe*. M & T-Manuales & Tesis SEA, volumen 3. CYTED, ORCYT-UNESCO & SEA. Zaragoza. 150 p.
- Navarro, G. 2002. Vegetación y unidades biogeográficas. Pp. 41-91. En: Navarro,

- G. & M. Maldonado (eds). 2002. Geografía ecológica de Bolivia, vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión, Cochabamba.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia, vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión, Cochabamba. 719 p.
- Neill, D. & W.A. Palacios. 2003. Composition and structure of tropical wet forest on the upper río Napo, Amazonian Ecuador (Manuscrito no publicado). Missouri Botanical Garden. 20 p.
- Palacios, W.A., D. Restrepo & I.G. Vargas. 1993. Resultados preliminares del estudio de una parcela de una hectárea en el Río Maniquí. 136-142. En: Miranda, C., D. Restrepo & E. Castellano (eds.). Memorias del Curso de Vegetación y Ecología Tropical con un Énfasis en los Métodos. Estación Biológica Beni, La Paz.
- Palomino, W. 2001. Diversidad y asociación arbórea del bosque nublado de San Pedro (Reserva de Biosfera del Manu). Pp. 35-45. En: L. Rodríguez (ed.). El Manu y otras Experiencias de Investigación y Manejo de Bosques Neotropicales. APECO, PROMANU, MAB, UNESCO, Cusco.
- Parker, T. & B. Bailey. 1991. A biological assessment of the Alto Madidi region and adjacent areas of Northwest Bolivia. RAP-Conservation International, Washington DC. 104 p.
- Pitman, N. 2000. A large scale inventory of two Amazonian tree communities. Tesis de Doctorado, Department of Botany. Duke University, Durham. 220 p.
- Pitman, N.C.A., J. Terborg, M.R. Silman, P. Nuñez, W.A. Palacios. 2001. Dominance and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forest. *Ecology* 82(8): 2101-2117.
- Poorter, L. 1999. Estructura y dinámica de un bosque húmedo tropical en el noreste de la amazonía boliviana. Programa Manejo de Bosques de la Amazonía boliviana (PROMAB) Informe técnico (2): 1-54.
- Ribera, M. 1992. Regiones ecológicas de Bolivia. pp. 9-70. En: M. Marconi (ed.). Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia. CDC-Bolivia & USAID-Bolivia. La Paz.
- Rivas-Martínez, S. & G. Navarro. 2000. Mapa biogeográfico de América del Sur. Pp. 42-43. En: G. Navarro & M. Maldonado (eds) Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes Acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de Difusión, Cochabamba.
- Seidel, R. 1995. Inventario de los árboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimón, Alto Beni. *Ecología en Bolivia* 25:1-37.
- Smith, D. & T. Killeen. 1998. A comparison of the structure and composition of montane and lowland tropical forest in the Serranía Pilon Lajas, Beni, Bolivia. pp. 687-706. En: F. Dallmeier & J.A. Comiskey (eds.). Forest Biodiversity in North, Central and South America and Caribbean: Research and Monitoring. Parthenon Publisher, Paris.
- Vargas, I. 1996. Estructura y composición florística de cuatro sitios en el "Parque Nacional Amboró", Santa Cruz, Bolivia. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica, Universidad Gabriel René Moreno, Santa Cruz. 78 p.
- Vargas, I., T. R. de Centurión & M. Saldías. 1994. Parcela permanente de investigación en la Reserva de Vida Silvestre Ríos Blanco y Negro. *Revista de la Sociedad de Estudios Botánicos* 1(1): 9-32.
- Webb, C.O. & N.C.A. Pitman. 2002. Phylogenetic balance and ecological evenness. *Systematic Biology* 51(6): 898-907.

**Anexo 1: Lista total de familias de acuerdo al IVIF del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi.**

Familia	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVIF
	Abs.	%	Abs	%	Abs.	%	
Anacardiaceae	7	1.4	6	2.0	1.0	4.4	2.6
Annonaceae	26	5.0	14	4.6	0.8	3.5	4.4
Apocynaceae	1	0.2	1	0.3	0.1	0.6	0.4
Arecaceae	116	22.4	24	7.9	3.8	16.4	15.5
Bignoniaceae	1	0.2	1	0.3	0.0	0.1	0.2
Bombacaceae	19	3.7	14	4.6	0.6	2.7	3.7
Burseraceae	17	3.3	16	5.3	0.3	1.3	3
Caricaceae	3	0.6	3	1.0	0.3	1.3	1.0
Cecropiaceae	8	1.5	7	2.3	0.2	0.9	1.6
Celastraceae	2	0.4	2	0.7	0.0	0.1	0.4
Chrysobalanaceae	23	4.4	13	4.3	2.0	8.5	5.8
Clusiaceae	8	1.5	7	2.3	0.2	0.7	1.5
Combretaceae	4	0.8	3	1.0	0.3	1.4	1.1
Elaeocarpaceae	5	1.0	4	1.3	0.1	0.5	0.9
Euphorbiaceae	15	2.9	11	3.6	1.5	6.6	4.4
Fabaceae	27	5.2	15	4.9	0.8	3.3	4.5
Flacourtiaceae	19	3.7	13	4.3	0.3	1.5	3.1
Indeterminado	12	2.3	11	3.6	1.3	5.5	3.8
Lacistemataceae	3	0.6	3	1.0	0.0	0.2	0.6
Lauraceae	6	1.2	6	2.0	0.2	0.8	1.3
Marcgraviaceae	1	0.2	1	0.3	0.1	0.3	0.3
Meliaceae	17	3.3	15	4.9	0.4	1.8	3.3
Monimiaceae	7	1.4	4	1.3	0.1	0.5	1.1
Moraceae	40	7.7	16	5.3	2.0	8.8	7.3
Myristicaceae	10	1.9	7	2.3	0.4	1.6	2.0
Myrsinaceae	1	0.2	1	0.3	0.0	0.0	0.2
Myrtaceae	1	0.2	1	0.3	0.0	0.0	0.2
Nyctaginaceae	6	1.2	6	2.0	0.2	0.7	1.3
Olacaceae	2	0.4	2	0.7	0.2	0.7	0.6
Polygonaceae	14	2.7	9	3.0	0.2	0.9	2.2
Rhamnaceae	1	0.2	1	0.3	0.0	0.1	0.2
Rubiaceae	11	2.1	9	3.0	0.3	1.2	2.1
Rutaceae	6	1.2	4	1.3	0.3	1.3	1.3
Sabiaceae	1	0.2	1	0.3	0.1	0.4	0.3
Sapindaceae	5	1.0	3	1.0	0.2	0.7	0.9
Sapotaceae	29	5.6	15	4.9	1.4	6.1	5.5
Sterculiaceae	6	1.2	5	1.6	0.2	0.9	1.2
Tiliaceae	18	3.5	12	4.0	2.7	11.8	6.4
Ulmaceae	14	2.7	12	4.0	0.4	1.6	2.7
Violaceae	7	1.4	6	2.0	0.1	0.5	1.3
Total	519	100	304	100	23.07	100	100

**Anexo 2: Lista de especies valores absolutas y relativas de abundancia, frecuencia, dominancia y su suma el IVI del bosque amazónico preandino del Río Hondo, Madidi. Abreviaciones: Abs. = Absoluta, CMG = C. Maldonado G, DDQ = D. De la Quintana.**

Especies	Colección de referencia	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	
<i>Acacia macbridei</i>	CMG 2203	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A. Rich. ex DC.	CMG 2191	1	0.2	1	0.3	0	0.2	0.2
<i>Allophylus floribundus</i> (Poepp.) Radlk.	CMG 2156	2	0.4	2	0.5	0	0.2	0.4
<i>Ampelocera ruizii</i> Klotzsch	CMG 2214	2	0.4	2	0.5	0.2	0.7	0.5
<i>Angostura longiflora</i> (K. Krause) Kallunki	CMG 2159	3	0.6	3	0.8	0?	0.2	0.5
<i>Aspidosperma rigidum</i> Rusby	CMG 2199	1	0.2	1	0.3	0.1	0.6	0.3
<i>Astrocaryum murumuru</i> Mart.	Sin colecta	38	7.3	16	4.1	0.9	4	5.1
<i>Attalea phalerata</i> Mart. Ex Spreng.	Sin colecta	8	1.5	5	1.3	0.9	4	2.3
<i>Batocarpus costaricensis</i> Standl. & L.O. Williams	CMG 2216	1	0.2	1	0.3	0.1	0.2	0.2
<i>Casaria sylvestris</i> Sw.	CMG 2231	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Cecropia concolor</i> Wild.	CMG 2145	4	0.8	4	1	0.1	0.6	0.8
<i>Celtis schippii</i> Standl.	CMG 2102	12	2.3	10	2.6	0.2	0.9	1.9
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	DDQ 444	4	0.8	4	1	0.2	0.7	0.8
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	CMG 2238	2	0.4	2	0.5	0	0.2	0.4
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	CMG 2220	3	0.6	3	0.8	0.1	0.2	0.5
<i>Colubrina glandulosa</i> Perkins	DDQ 455	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Combretum assimile</i> Eichler in Mart.	CMG 2150	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	DDQ 465	4	0.8	3	0.8	0	0.2	0.6
<i>Drypetes amazonica</i> Steyerl.	CMG 2242	4	0.8	4	1	0.2	0.7	0.8
<i>Duguetia spixiana</i> Mart.	CMG 2158	15	2.9	9	2.3	0.3	1.3	2.2
<i>Eugenia florida</i> DC.	CMG 2228	1	0.2	1	0.3	0	0	0.2
<i>Euterpe predatoria</i> Mart.	Sin colecta	7	1.4	5	1.3	0.2	0.7	1.1
<i>Ficus coarulescens</i> (Rusby) Rossberg	CMG 2187	1	0.2	1	0.3	0.1	0.3	0.3

Especies	Colección de Abundancia Frecuencia Dominancia						IVI
	referencia	Abs.	%	Abs.	%	Abs.	
<i>Ficus gomelleira</i> Kunth & Bouché	DDQ 436H	1	0.2	1	0.3	0.2	0.8
<i>Guarea gomma</i> Pulle	CMG 2204	3	0.6	3	0.8	0.2	0.7
<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	DDQ 446	9	1.7	8	2.1	0.2	0.8
<i>Guttaria lastocalyx</i> R.R. Fr.	CMG 2210	1	0.2	1	0.3	0	0.2
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	CMG 2113	2	0.4	2	0.5	0.2	0.7
<i>Heisteria nitida</i> Engl.	CMG 2125	1	0.2	1	0.3	0	0.2
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	DDQ 440	1	0.2	1	0.3	0.1	0.3
<i>Hirtella</i> sp.	CMG 2239	17	3.3	10	2.6	1	4.3
<i>Hura crepitans</i>	Sin colecta	1	0.2	1	0.3	0.6	2.5
<i>Indeterminado</i>		12	2.3	11	2.8	1.3	5.5
<i>Inga capitata</i> Desv.	CMG 2240	1	0.2	1	0.3	0	0.1
<i>Inga edulis</i> Mart.	CMG 2229	4	0.8	2	0.5	0.1	0.6
<i>Inga nobilis</i> Willd.	DDQ 456	1	0.2	1	0.3	0	0.1
<i>Inga tomentosa</i> Benth.	DDQ 450	7	1.4	6	1.5	0.2	0.7
<i>Iriartea deltoidea</i> Ruiz & Pav.	Sin colecta	37	7.1	17	4.4	1.1	4.7
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp. & Endl.) Solms in Mart.	CMG 2137	3	0.6	3	0.8	0.3	1.3
<i>Lacistema aggregatum</i> (P. J. Bergius) Rusby	DDQ 449	3	0.6	3	0.8	0	0.2
<i>Lauraceae</i> sp. 1	CMG 2163	1	0.2	1	0.3	0	0.1
<i>Lauraceae</i> sp. 2	DDQ 473	1	0.2	1	0.3	0	0.1
<i>Lecointea amazonica</i> Ducke	CMG 2139	1	0.2	1	0.3	0.1	0.2
<i>Lecointea peruviana</i> Stanl. ex J.F. Macbr.	CMG 2226	1	0.2	1	0.3	0	0.1
<i>Leonia crassa</i> L.B. Sm. & A. Fernandez	CMG 2109	1	0.2	1	0.3	0	0.1
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav.	CMG 2107	4	0.8	4	1	0.1	0.3
<i>Licania kunthiana</i> Hook. f.	DDQ 423H	1	0.2	1	0.3	0	0
<i>Licania oblongifolia</i> Standl.	CMG 2143	5	1	5	1.3	1	4.2

Especies	Colección de referencia	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	
<i>Luehea</i> sp.	DDQ 438	1	0.2	1	0.3	1.8	7.7	2.7
<i>Lunania parviflora</i> Spruce ex Benth.	CMG 2110	17	3.3	12	3.1	0.3	1.3	2.6
<i>Lundia spruceana</i> Bureau	CMG 2112	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Mabea anadena</i> Pax & K. Hoffm.	CMG 2193	7	1.4	6	1.5	0.5	2.1	1.7
<i>Marcgravia crenata</i> Poepp. ex Wittm.	CMG 2182	1	0.2	1	0.3	0.1	0.3	0.3
<i>Matanha macrostylis</i> Radlk.	CMG 2134	1	0.2	1	0.3	0.1	0.5	0.3
<i>Maytenus magnifolia</i> Loes.	CMG 2179	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Meliosma herbertii</i> Rolfe	CMG 2119	1	0.2	1	0.3	0.1	0.4	0.3
<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	CMG 2209	1	0.2	1	0.3	0.1	0.6	0.3
<i>Nectandra altissima</i> Rohwer	CMG 2101	2	0.4	2	0.5	0	0.2	0.4
<i>Neea</i> sp.	CMG 2127	5	1	5	1.3	0.1	0.6	1
<i>Ocotea oblonga</i> (Meisn. in A. DC.) Mez	CMG 2121	2	0.4	2	0.5	0.1	0.5	0.5
<i>Odontocarya diptobotrya</i> Diels	DDQ 435	1	0.2	1	0.3	0	0	0.2
<i>Oenocarpus bataua</i> Mart.	Sin colecta	11	2.1	8	2.1	0.4	1.9	2
<i>Olacaceae</i> sp.	DDQ 426H	1	0.2	1	0.3	0.1	0.6	0.4
<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry	CMG 2136	7	1.4	4	1	0.3	1.3	1.2
<i>Pentaplaris davidsmithii</i> Dorr & C. Bayer	CMG 2153	15	2.9	10	2.6	0.9	3.8	3.1
<i>Pisonia aculeata</i> L.	CMG 2133	1	0.2	1	0.3	0	0	0.2
<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq.) Dugand	DDQ 439	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart.	DDQ 464	2	0.4	2	0.5	0	0.1	0.4
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl.	DDQ 453	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Pourouma minor</i> Benoist	DDQ 424H	1	0.2	1	0.3	0	0	0.2
<i>Pouteria Bangui</i> (Rusby) T.D. Penn.	CMG 2241	4	0.8	3	0.8	0.2	1	0.9
<i>Pouteria cladantha</i> Sandwith	CMG 2118	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Pouteria</i> sp.	CMG 2211	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2

Especies	Colección de referencia	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	
<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.	CMG 2146	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Pouteria trilocularis</i> Cronquist	DDQ 433H	17	3.3	8	2.1	1	4.2	3.2
<i>Protium glabrescens</i> Swart	CMG 2154	1	0.2	1	0.3	0	0	0.2
<i>Protium heptaphyllum</i> (Aubl.) Marchand	DDQ 457	2	0.4	2	0.5	0.1	0.2	0.4
<i>Protium rhynchophyllum</i> (Rusby)	CMG 2194	12	2.3	11	2.8	0.2	0.9	2
<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq.) Dugand	DDQ 443	2	0.4	2	0.5	0.1	0.6	0.5
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	CMG 2198	27	5.2	12	3.1	1.2	5.4	4.6
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	DDQ 461	2	0.4	2	0.5	0.1	0.4	0.4
<i>Quararibea wittii</i> K. Schum. & Ulbr.	CMG 2173	17	3.3	13	3.3	0.5	2.2	2.9
<i>Rheedia acuminata</i> (Ruiz & Pav.) Planch. & Triana	CMG 2212	2	0.4	2	0.5	0	0.1	0.3
<i>Rinorea viridifolia</i> Rusby	CMG 2160	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Rinoreocarpus ulei</i> (Melch.) Ducke	CMG 2221	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Rollinia boliviana</i> R.E. Fr.	CMG 2217	1	0.2	1	0.3	0.2	0.7	0.4
<i>Rollinia edulis</i> Triana & Planch.	CMG 2103	2	0.4	2	0.5	0.1	0.5	0.5
<i>Ruizodendron ovale</i> (Ruiz & Pav.) R.E. Fr.	DDQ 434	2	0.4	2	0.5	0	0.1	0.3
<i>Sapindus saponaria</i> L.	CMG 2192	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	DDQ 462	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Sapium marmieri</i> Huber	CMG 2131	2	0.4	2	0.5	0.3	1.1	0.7
<i>Sarcaulus brasiliensis</i> (A. DC.) Eyma	CMG 2171	3	0.6	3	0.8	0.1	0.3	0.5
<i>Simira macrocrater</i> (K. Schum.) Steyerem.	DDQ 454	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Siparuna decipiens</i> (Tul.) A. DC.	CMG 2105	7	1.4	4	1	0.1	0.5	1
<i>Sloanea eichleri</i> K. Schum. in Mart.	DDQ 463	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Sloanea fragrans</i> Rusby	DDQ 467	2	0.4	2	0.5	0.1	0.2	0.4
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl.) Benth.	CMG 2166	2	0.4	2	0.5	0	0.2	0.4
<i>Socratea exhorrida</i> (Mart.) H. Wendl.	Sin colecta	15	2.9	10	2.6	0.3	1.2	2.2
<i>Sorocea briquetii</i> J.F. Macbr.	DDQ 442	5	1	4	1	0.4	1.7	1.2

Especies	Colección de referencia	Abundancia		Frecuencia		Dominancia		IVI
		Abs.	%	Abs.	%	Abs.	%	
<i>Spondias mombin</i> L.	CMG 2169	3	0.6	3	0.8	0.7	3.1	1.5
<i>Stylogyne ambigua</i> (C. Mart.) Mez in Engl.	CMG 2213	1	0.2	1	0.3	0	0	0.2
<i>Swartzia</i> sp.	CMG 2219	2	0.4	2	0.5	0	0.1	0.3
<i>Swartzia jorori</i> Harms	DDQ 447	2	0.4	2	0.5	0.1	0.2	0.4
<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	CMG 2223	6	1.2	6	1.5	0.1	0.6	1.1
<i>Talasia hexaphylla</i> Vahl	CMG 2200	1	0.2	1	0.3	0	0	0.2
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	DDQ 420H	4	0.8	4	1	0.3	1.3	1
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F. Gmel.) Exell	CMG 2225	2	0.4	2	0.5	0.3	1.3	0.7
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud.	CMG 2227	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Tetragastris altilima</i> (Aubl.) Swart	CMG 2190	2	0.4	2	0.5	0.1	0.2	0.4
<i>Theobroma cacao</i> L.	CMG 2234	4	0.8	4	1	0.1	0.3	0.7
<i>Trema integerrima</i> (Beurl.) Standl.	CMG 2181	1	0.2	1	0.3	0	0	0.2
<i>Trichilia pleeana</i> (A. Juss.) C. DC.	DDQ 421H	4	0.8	4	1	0.1	0.2	0.7
<i>Trichilia septentrionales</i> C. DC.	CMG 2236	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Triplaris americana</i> L.	Sin colecta	3	0.6	2	0.5	0	0.2	0.4
<i>Triplaris poeppigiana</i> Wedd.	CMG 2108	11	2.1	9	2.3	0.2	0.8	1.7
<i>Uncaria</i> sp.	DDQ 510	1	0.2	1	0.3	0	0	0.2
<i>Uncaria guianensis</i> (Aubl.) J.F. Gmel.	DDQ 511	2	0.4	1	0.3	0	0.1	0.3
<i>Uncaria tomentosa</i> (Willd. ex Roem. & Schult.) DC.	DDQ 509	1	0.2	1	0.3	0	0	0.2
<i>Unonopsis floribunda</i> Diels	CMG 2114	5	1	5	1.3	0.2	0.9	1
<i>Virola sebifera</i> Aubl.	DDQ 447H	3	0.6	3	0.8	0.1	0.3	0.6
<i>Xylosma</i> sp.	CMG 2218	1	0.2	1	0.3	0	0.1	0.2
<i>Zanthoxylum ekmanii</i> (Urb.) Alain	CMG 2155	3	0.6	2	0.5	0.3	1.2	0.8
Total		519	100	389	100	23.1	100	100



**Anexo 3: Localización de parcelas permanentes de muestreo instaladas en pie de monte de Bolivia.**

<b>Autor</b>	<b>Nro. de especies</b>	<b>Localidad</b>	<b>Coordenadas</b>
Boom (1987)	94	Provincia Vaca Diez del departamento del Beni	11°45'S, 66°02'O
Smith & Killeen (1995)	78 y 146	Serranía Pilon Lajas	15°15'S, 67°00'O
Seidel (1995)	118, 116 y 115	Serranía de Marimonos, Alto Madidi	15°32'S, 67°21'O
Vargas et al. (1994)	96	Perseverancia (Reserva de Vida Silvestres Ríos Blanco y Negro)	14°41'S, 62°37'O
Este trabajo	132	Bosque amazónico preandino del sector del Río Hondo (PN-ANMI Madidi)	14°36'S, 67°39'O
Calzadilla (2004)	143	Bosque amazónico de pie de monte (PN-ANMI Madidi)	14°21'S, 61°57'O