

Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz

S. Francisco Bascope S.^{1,2} & Peter M. Jørgensen²

¹ Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología,
Universidad Mayor de San Andrés, Casilla 10077, La Paz, Bolivia.

² Missouri Botanical Garden, P.O. Box 266299, St. Louis, Missouri, USA.

Resumen

Se instaló una parcela permanente de muestreo de 1 ha cerca de Chiriuno (14°29'S 68°15'W) en el Parque Nacional Madidi entre una altitud de 1.850 a 2.023 m. Se registró un total de 962 individuos con diámetro a la altura del pecho ≥ 10 cm, distribuidos en 34 familias, 67 géneros y 82 especies. Dentro de la PPM no se registraron lianas ni palmeras. El 69.7 % de los individuos presentó un diámetro menor a 20 cm. El área basal total fue de 22.6 m², de este total el 85.3% presenta un diámetro menor a 40 cm. El 76% de los individuos presenta altura menor a 15 m. La mayor diversidad florística (73 spp.) está presente en individuos con DAP entre 10–19.9 cm, que representa el 89% del total de especies encontradas. *Nectandra* sp. 1, *Ilex* sp.1 y *Guatteria boliviana* son las especies con mayor índice de valor de importancia; Euphorbiaceae, Lauraceae y Aquifoliaceae son las familias ecológicamente más importantes.

Palabras clave: Bolivia, Parque Nacional Madidi, Bosque montano tropical, Parcela permanente de muestreo, Composición y estructura.

Abstract

A permanent plot of 1 ha was established near Chiriuno (14°29'S 68°15'W) in the Madidi National Park at an elevation of 1,850–2,023 m. A total of 962 individuals with a diameter at breast height ≥ 10 cm were recorded. The individuals were identified to belong to 34 families, 67 genera, and 82 species. Neither lianas nor palms were recorded in the plot. The 69.7 % have less than 20 cm in diameter. The total basal area was 22.6 m², of this the 85.3% was represented by individuals with less than 40 cm in diameter. The trees with less than 15 m tall constitute the 76% of the individuals. The majority of the diversity (73 spp.) is found in diameters class of 10–19.9 cm. *Nectandra* sp. 1, *Ilex* sp.1, and *Guatteria boliviana* are the species with highest values in the Importance Value Index. Euphorbiaceae, Lauraceae y Aquifoliaceae are ecologically the most important families.

Key words: Bolivia, Madidi national park, Montane tropical forest, Permanent plots, Composition and Structure.

Introducción

Los bosques húmedos montanos andinos cubren aproximadamente 150,000 km² en Bolivia (Kessler & Beck 2001). Perú, Colombia, Bolivia, Ecuador y Venezuela son los países con mayor

extensión territorial con este tipo de bosque (Cavelier & Etter 1995). Hasta los 1.000 m de altitud los bosques andinos son semejantes florísticamente a los bosques amazónicos, a partir de esta elevación la composición florística va cambiando de componentes vegetales

dominantes (Gentry 1995), presentando su mayor riqueza en organismos que no son árboles, pero sí de arbustos, epífitas y hierbas (Gentry & Dodson 1987, Jørgensen & Ulloa Ulloa 1994, de Barcellos & Voltolini 1995, Jørgensen & León-Yáñez 1999, Hamilton 2001). La vegetación de estos bosques presenta mayor densidad de árboles, menor número de especies y mayor homogeneidad florística (Lamprecht 1990).

En Bolivia el estudio de la vegetación mediante parcelas permanentes de muestreo (PPM) de una hectárea se inicia en el año 1984 (Boom 1987). Para analizar este trabajo contamos con estudios publicados de 32 PPMs en diferentes ecoregiones del país (Bascopé 2004). Esta metodología ha permitido además de conocer la dinámica del bosque, estimar el volumen de CO₂ capturado y realizar seguimiento fenológico de especies y otros aspectos relacionados con el bosque.

Área de estudio

La localidad de estudio Río Chiriuno (14°29'S 68°15'W) se encuentra dentro del Parque Nacional Madidi en las laderas orientales de la Cordillera Oriental, provincia Franz Tamayo comprende una altitud entre 1.850 y 2.023 m. Presenta una precipitación anual promedio de 2.500 mm y de 1.5–2 meses secos al año (Mueller et al. 2002). El acceso se da entrando por Machua (14°42'S 68°25'W) y desde este lugar se toma dirección noreste por un camino de herradura (Fig. 1).

Métodos

La parcela permanente está instalada en una ladera con exposición Este, con variación aproximada de 150 m de altitud desde el punto de inicio al punto final más alto. La muestra fue



Fig. 1: Mapa de ubicación de la parcela permanente de muestreo en el bosque montano húmedo de Yungas de Chiriuno.

de una hectárea de superficie dividida en 25 subparcelas de 20 x 20 m. El diseño de la muestra tiene la forma de una “L” invertida paralela a la pendiente del terreno, debido a la topografía escarpada que presenta el lugar. Con una línea principal de 400 m de longitud en dirección este-oeste (260°), resultando 20 subparcelas de 20 x 20 m; las restantes cinco subparcelas se instalaron colindantes a las iniciales y a lado sur de las mismas (Fig. 2). Se registró una pendiente promedio de 37% para la línea principal.

Para los análisis cuantitativos, cualitativos y ecológicos de los datos, se calculó las siguientes variables: dominancia (D), abundancia (A), frecuencia (F), en valores absolutos y relativos; coeficiente de mezcla (CM), así también la distribución vertical y horizontal (altura y dominancia), según la metodología expresada en Arroyo (1995), Seidel

(1995), Gil (1997), Cabrera (2004), Calzadilla (2004) y Bascopé (2004); según las siguientes fórmulas:

Dominancia (D)

Según Lamprecht (1990), se llama dominancia a la sección determinada en la superficie del suelo por el haz de proyección horizontal del cuerpo de la planta, lo cual equivale en análisis forestal a la proyección horizontal de las copas de los árboles. En el bosque tropical resulta a menudo imposible determinar dichos valores, debido a la existencia de varios doseles dispuestos uno encima de otro y la entremezcla de las copas. Para salvar esta dificultad, proponen que se utilice el área basal de los árboles en sustitución de la proyección de las copas. El valor del área basal, expresada en metros cuadrados (m²) para cada especie será la Dominancia Absoluta (DA):

$$D = (\pi/4) \times dap^2$$

Donde:

$\pi = 3.1416$, dap = Diámetro a la altura del pecho.

Dominancia relativa (DR)

Es la participación en porcentaje que corresponde a cada especie del área basal total.

$$D.R. = \frac{\text{Dominancia absoluta de cada especie}}{\text{Dominancia absoluta total}} \times 100$$

Abundancia (A)

Es un parámetro que permite conocer la abundancia de una especie o clase de plantas. Donde:

$$A = \frac{N}{A}$$

N = Número de individuos de una especie o familia.

A = Corresponde a un área determinada.

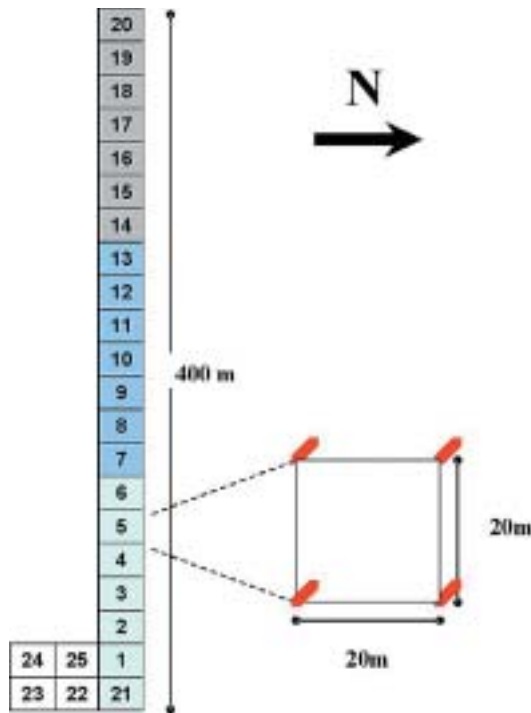


Fig. 2: Diseño de la parcela permanente de muestreo (PPM).

Abundancia relativa (AR)

Indica el porcentaje de participación de cada especie, referida al número de árboles totales encontrados por hectárea.

$$A.R.= \frac{\# \text{ árboles por especie}}{\# \text{ árboles totales}} \times 100$$

Frecuencia absoluta (FA)

Es la regularidad de distribución de cada especie dentro del terreno. Se toma como el porcentaje del número de subparcela en que aparece una especie en relación al total de subparcelas muestreadas.

$$F.A.= \frac{\# \text{ de subparcelas en que aparece la especie}}{\# \text{ total de subparcelas observadas}} \times 100$$

Frecuencia relativa (FR)

Es el porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie en relación con la suma de las frecuencias absolutas de las especies presentes.

$$F.R.= \frac{\text{Frecuencia absoluta de una especie}}{\text{Total de frecuencia absoluta}} \times 100$$

Cociente de mezcla (CM)

Mide la intensidad de la mezcla en bosques naturales. Con este fin se divide el número de especies encontradas entre el número total de árboles/ha, obteniéndose una cifra que representa el promedio de individuos de cada especie dentro de la asociación.

$$C.M.= \frac{\# \text{ de especies}}{\# \text{ de árboles}} \times 100$$

Índice de valor de importancia (IVI)

Es la suma aritmética de los porcentajes de Abundancia Relativa (AR), Frecuencia Relativa

(FR) y Dominancia Relativa (DR). Siendo la suma de estos tres porcentajes el IVI total para un bosque será 300, también se puede expresar en porcentaje dividiendo el mismo resultado entre 3. Este mismo valor se lo utiliza tanto para especies como para familias (IVIF):

$$IVI(F) = (AR + FR + DR) / 3$$

Donde:

AR = Abundancia relativa (%)

FR = Frecuencia relativa (%)

DR = Dominancia relativa (%)

Resultados

Estructura horizontal

De los 692 individuos que se registraron dentro de la PPM, el 69.7% (482 individuos) se encuentra entre un rango diamétrico de 10–19.9 cm de dap y la segunda clase diamétrica comprendida entre 20–29.9 cm se encuentra en un 20.8% del total de los individuos. Los restantes 66 individuos se encuentran distribuidos en las demás clases diamétricas mayores a 30 cm. Sólo fueron registrados tres individuos mayores a 60 cm y estos son: *Richeria grandis* (66.3 cm), *Podocarpus oleifolius* (82.0 cm) y Lauraceae sp. 3 (88.0 cm), esta última corresponde al individuo junto a la mayor área basal registrada (en el Anexo 1 presentamos la lista completa de las especies encontradas en el presente estudio).

La tendencia de esta distribución gráfica una curva similar a una “J” invertida, que es característica de los bosques tropicales heterogéneos y disetáneos. Se registró un área basal total de 22.6 m², de este valor el 85.3% se encuentra distribuido entre 10–39.9 cm de dap y para individuos mayores a 40 cm (13 individuos) se registraron 3.3 m² de área basal (Tabla 1).

Estructura vertical

Del total de individuos censados (692) que se encuentran en un rango de altura comprendido

Tabla 1: Distribución del número de individuos y área basal por clase diamétrica del bosque montano húmedo de Yungas de Chiriuno.

Clase diamétrica (cm)	Número de árboles		Dominancia	
	(N / ha)	% Tot.	(m ² / ha)	% Tot.
<10-19.9	482	69.65	7.63	33.73
20-29.9	144	20.81	6.77	29.91
30-39.9	53	7.66	4.91	21.70
40-49.9	6	0.87	0.92	4.05
50-59.9	4	0.58	0.92	4.07
≥60	3	0.43	1.48	6.55
Total	692	100.00	22.63	100.00

entre 5 a 35 m, registramos que las dos primeras clases de altura poseen similar porcentaje en número de individuos, haciendo un total de 527 individuos. A partir de los 15 m, el número de individuos disminuye notablemente (165 individuos). Tal es así, que sólo se registraron dos individuos con altura mayor a los 30 m (*Richeria grandis* y *Clethra scabra*) y se registraron siete individuos con altura mayor a los 25 m, por lo que las especies anteriormente mencionadas junto a *Nectandra* sp.7, *Podocarpus oleifolius* y *Mollinedia racemosa* son las especies emergentes del dosel.

El área basal presenta su mayor acumulación en la clase segunda clase de altura con 7.9 m² y el promedio de altura para esta clase es de 11.8 m. El siguiente registro más alto se encuentra en la tercera clase de altura con 6.4 m², siendo el promedio de altura de 16 m. Las demás clases muestran valores bajos (Tabla 2).

Abundancia, dominancia, frecuencia e índice de valor de importancia

Las primeras 20 especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) de un total de 82 especies representan el 76.21% del IVI acumulado y el 79.34% de la abundancia total (Tabla 3). *Nectandra* sp. 1 es la especie con IVI más alto por ser la más abundante y porque

ocupa el segundo lugar en frecuencia y dominancia. *Gutteria boliviana* es la especie más representativa en toda la muestra, ya que se encuentra en 23 de las 25 subparcelas y aunque es la segunda en abundancia ocupa el tercer puesto en relación al IVI, esto debido a que presenta individuos con diámetros menores.

Se registraron 34 familias, de las cuales Euphorbiaceae es la que presenta el mayor peso ecológico (IVIF) con 16.9%, ocupando el segundo lugar en abundancia y el primero en dominancia. Seguido muy cercanamente por la familia Lauraceae (16.7% de IVIF), siendo la que presenta la mayor abundancia registrada (con solamente tres individuos más) y es segunda en dominancia. Estas dos familias junto con Annonaceae están presentes en 24 de las 25 subparcelas. La suma del IVIF de las primeras 20 familias da como resultado el 94.4% del total y el 95.7% de la abundancia total (Tabla 4).

Riqueza florística

Se registraron 82 especies en 1 ha. En la clase diamétrica de 10–19.9 cm ocurre la mayor riqueza con 73 especies y a medida que se aumenta el diámetro hasta llegar a 29.9 cm, esta riqueza disminuye en un 50% (37 especies) a la

Tabla 2: Distribución del número de individuos, área basal por clase de altura del bosque montano húmedo de Yungas de Chiriuno.

Clase de altura(m)	Número de árboles		Dominancia	
	(N / ha)	% Tot.	(m ² / ha)	% Tot.
5-9.9	260	37.57	4.35	19.22
10-14.5	267	38.58	7.87	34.78
15-19.9	121	17.49	6.39	28.23
20-24.9	37	5.35	2.84	12.55
25-29.9	5	0.72	0.97	4.29
≥30	2	0.29	0.21	0.93
Total	692	100.00	22.63	100.00

Tabla 3: Lista de las 20 especies más importantes del bosque montano húmedo de Chiriuno, de acuerdo al Índice de Valor de Importancia (IVI). Abreviaciones: A = Abundancia, F = Frecuencia, D = Densidad, AR = Abundancia relativa, FR = Frecuencia absoluta, DR = Dominancia relativa.

Especie	A	F	D (m ²)	AR (%)	FR (%)	DR (%)	IVI (%)
<i>Nectandra</i> sp. 1	59	20	2.44	8.53	5.52	10.80	8.28
<i>Ilex</i> sp. 1	45	17	2.61	6.50	4.70	11.53	7.58
<i>Guatteria boliviana</i>	56	23	1.19	8.09	6.35	5.27	6.57
<i>Richeria grandis</i>	28	13	2.11	4.05	3.59	9.32	5.65
<i>Hieronyma moritziana</i>	42	17	1.38	6.07	4.70	6.12	5.63
<i>Alchornea acroneura</i>	51	13	1.07	7.37	3.59	4.72	5.23
<i>Cyathea caracasana</i>	55	12	0.76	7.95	3.31	3.36	4.87
<i>Clethra scabra</i>	28	18	1.18	4.05	4.97	5.23	4.75
<i>Trichilia</i> sp. 1	31	14	0.71	4.48	3.87	3.15	3.83
<i>Nectandra</i> sp. 6	32	14	0.55	4.62	3.87	2.45	3.65
<i>Podocarpus oleifolius</i>	12	10	1.37	1.73	2.76	6.05	3.52
Lauraceae sp. 4	22	15	0.72	3.18	4.14	3.18	3.50
<i>Clusia multiflora</i>	19	9	0.55	2.75	2.49	2.44	2.56
<i>Miconia</i> sp. 1	24	10	0.32	3.47	2.76	1.42	2.55
<i>Alchornea glandulosa</i>	6	5	0.56	0.87	1.38	2.48	1.58
<i>Elaeagia</i> sp. 1	9	6	0.35	1.30	1.66	1.53	1.49
<i>Mollinedia racemosa</i>	11	5	0.24	1.59	1.38	1.06	1.34
<i>Piper obliquum</i>	9	7	0.11	1.30	1.93	0.50	1.24
<i>Inga fendleriana</i>	8	6	0.18	1.16	1.66	0.78	1.20
Lauraceae sp. 3	2	2	0.62	0.29	0.55	2.72	1.19
Subtotal	549	236	19.03	79.34	65.19	84.11	76.21
Otras especies	143	126	3.60	20.66	34.81	15.90	23.79
Total	692	362	22.63	100	100	100	100

Tabla 4: Lista de las 20 familias más importantes del bosque montano húmedo de Chiriuno, de acuerdo al Índice de Valor de Importancia para Familia (IVIF). Abreviaciones: A = Abundancia, F = Frecuencia, D = Densidad, AR = Abundancia relativa, FR = Frecuencia relativa, DR = Dominancia relativa.

Familia	N° Spp.	A	F	D	AR (%)	FR (%)	DR (%)	IVIF (%)
Euphorbiaceae	6	129	24	5.25	18.64	9.02	23.20	16.95
Lauraceae	18	132	24	4.98	19.08	9.02	22.00	16.70
Aquifoliaceae	3	48	17	2.67	6.94	6.39	11.80	8.38
Annonaceae	2	59	24	1.37	8.53	9.02	6.05	7.87
Clethraceae	1	28	18	1.18	4.05	6.77	5.23	5.35
Cyatheaceae	1	55	12	0.76	7.95	4.51	3.36	5.27
Melastomataceae	7	41	16	0.80	5.92	6.02	3.55	5.16
Meliaceae	1	31	14	0.71	4.48	5.26	3.15	4.30
Podocarpaceae	1	12	10	1.37	1.73	3.76	6.05	3.85
Clusiaceae	3	23	10	0.63	3.32	3.76	2.77	3.29
Leguminosae (Min.)	3	16	10	0.30	2.31	3.76	1.30	2.46
Monimiaceae	3	17	9	0.31	2.46	3.38	1.37	2.40
Sabiaceae	2	16	9	0.31	2.31	3.38	1.35	2.35
Rubiaceae	2	10	7	0.36	1.45	2.63	1.58	1.89
Araliaceae	2	9	8	0.14	1.30	3.01	0.62	1.64
Moraceae	4	9	6	0.28	1.30	2.26	1.26	1.60
Theaceae	4	8	5	0.32	1.16	1.88	1.41	1.48
Piperaceae	1	9	7	0.11	1.30	2.63	0.50	1.48
Sapotaceae	1	5	5	0.16	0.72	1.88	0.69	1.10
Myrtaceae	3	5	4	0.08	0.72	1.50	0.34	0.86
Subtotal	66	662	239	22.08	95.66	89.85	97.58	94.37
Otras familias	16	30	27	0.55	4.34	10.15	2.42	5.63
Total	82	692	266	22.63	100	100	100	100

Tabla 5: Distribución del número de especies por clase diamétrica del bosque montano húmedo de Chiriuno.

Clase diamétrica (cm)	N° Especies
10 - 19.9	73
20 - 29.9	37
30 - 39.9	18
40 - 49.9	5
50 - 59.9	3
≥ 60	3

anterior y así sucesivamente para las siguientes clases diamétricas, hasta llegar a tres especies/ha para individuos con mayores a 60 cm (Tabla 5). La curva de especie por área continúa creciendo a medida que se aumenta la superficie censada y no llega a estabilizarse en una hectárea muestreada, reflejando una alta riqueza y heterogeneidad del bosque (Figura 3).

Diversidad florística

La mayor diversidad medida mediante el coeficiente de mezcla (CM) ocurre para individuos mayores a 40 cm, con un valor inferior a los 1.3 (CM = 1, es el mayor valor de este coeficiente, lo que quiere decir que cada individuo nuevo es una especie nueva para el

inventario). A medida que disminuye el dap, este valor tiende a aumentar, llegando a un máximo valor de 6.6 para la clase diamétrica comprendida entre 10–19.9 cm (Tabla 6).

Discusión

Comparando cuatro parcelas en bosques montanos (Gil 1997, Cabrera 2004) con el presente estudio, podemos decir que la PPM Chiriuno (692 individuos) se encuentra con una abundancia cercana al promedio. Las PPMs de La Centinela 1 y 2 (tienen una abundancia total más baja), mientras que La Centinela 3 y Mamacona, que es el registro que tiene la abundancia más alta con 863 individuos/ha, tienen abundancias más altas (Tabla 7). En la

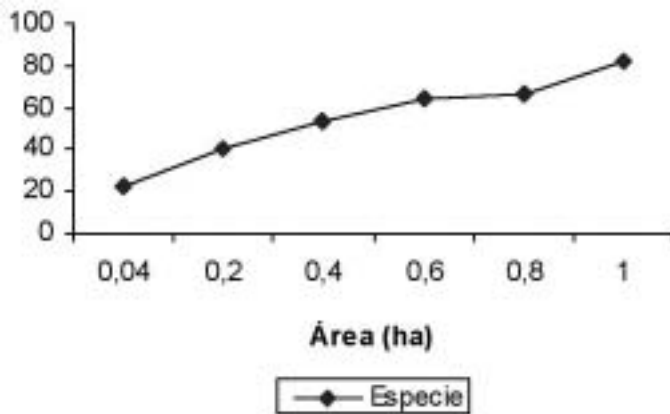


Fig. 3. Curva área especie.

Tabla 6: Distribución del coeficiente de mezcla (CM) por clase diamétrica del bosque montano húmedo de Chiriuno.

Clase diamétrica (cm)	Coefficiente de Mezcla (CM)
10 - 19.9	6.6
20 - 29.9	3.9
30 - 39.9	2.9
40 - 49.9	1
50 - 59.9	1.3
≥ 60	1

distribución del número de individuos por clase diamétrica y comparada con los estudios anteriormente mencionados, presentan la misma tendencia de disminuir en número de individuos a medida que va aumentando el diámetro graficando una "J" invertida en todos los casos, lo que es típico de los bosques tropicales heterogéneos.

Cuando analizamos el área basal por hectárea al comparar entre nueve PPM de bosques montanos (Tabla 8), la PPM de Chiriuno presenta el valor más bajo en comparación con las demás con 22.6 m² para individuos con dap igual o mayor a 10 cm y con un valor de 15.0 m² para individuos con dap igual o mayor a 20 cm. La PPM de Mamacona es la que presenta mayor área basal por hectárea con 35.6 m² (Tabla 8).

El total de especies registradas en el presente estudio (82 spp/ha) y comparando con las nueve PPM de bosques montanos ocupa el sexto lugar, siendo Cumbre Pilón (Smith & Killeen 1995) la que mayor riqueza presenta con 146 spp/ha y en contraste la que menor riqueza presenta es La Centinela 3 (Gil 1997) con tan solo 16 spp./ha (Tabla 8).

Para un análisis de heterogeneidad se calculó el coeficiente de mezcla (CM) para los

inventarios. La PPM Chiriuno comparte junto con la PPM de Mamacona un valor de 8.4, lo que significa que de cada ocho individuos censados uno corresponderá a una especie nueva para el censo. Las PPMs de Cumbre Pilón (Smith & Killeen 1995) y Sapecho 1 y 2 (Seidel 1995) son las más heterogéneas con valores menores a 4.5, mientras que la más homogénea es La Centinela 3 (Gil 1997) con un valor de 45.1 (Tabla 8).

De acuerdo a un análisis de índices de valor de importancia tanto de especies como de familias (IVI e IVIF) y al contrastar el presente estudio con el de Smith & Killeen (1995) y el de Cabrera (2004), en base al análisis de las cinco especies con mayor IVI, no existe ni una sola especie en común. Sin embargo, analizando las 10 primeras especies con mayor IVI del presente estudio, observamos que hay dos especies en común (*Weinmannia pinnata* y *Cyathea caracasana*) y un género en común (*Alchornea*) con el estudio de Cabrera (2004). Y de igual manera estos dos estudios no poseen ni una especie en común con las encontradas por Smith & Killeen (1995).

Haciendo una comparación del IVIF entre las cinco familias con mayor valor, vemos que Chiriuno y Cumbre Pilón tienen en común a una sola familia que es Euphorbiaceae, aunque tienen

Tabla 7: Tabla comparativa de número de individuos por clase diamétrica de cinco PPMs de bosques montanos. Abreviaciones: Ind. = Individuos, ha = Hectárea, dap = Diámetro a la altura del pecho.

	Chiriuno	Mamacona	La Centinela 1	La Centinela 2	La Centinela 3
dap (cm)	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha	Ind/ha
10-19.9	482	481	350	380	430
20-29.9	144	291	145	128.3	121.6
30-39.9	53	46	40	71.7	86.6
40-49.9	6	25	24	31	50
50-59.9	4	9	17	25	26
60 ≤	3	11	4	34	8
Total	692	863	580	670	722.2

Tabla 8: Tabla comparativa de área basal, número de especies y coeficiente de mezcla de nueve PPMs de bosques montanos. Símbolos: * = Precipitación estimada, ** = Individuos con DAP \geq 20 cm.

Localidades de bosque montano	Elevación (m)	Precipitación (mm)	indiv/ha	Dominancia (m ²)	Spp.	CM (1:1)
Pilón Lajas. Cumbre Pilón (a)	900	3.000	647	30.6	146	4.4
Alto Beni. Sapecho 1 (b)	600	1.600	499	25.13	118	4.2
Alto Beni. Sapecho 2 (b)	600	1.600	512	28.22	116	4.4
Alto Beni. Sapecho 3 (b)	700	1.600	579	27.54	115	5.0
Postervalle.)Cerro La Centinela 1 (c)	1.800	1.100	580	15.63**	28	20.7
Postervalle. Cerro La Centinela 2 (c)	1.900	1.100	670	31.13 **	20	33.5
Postervalle. Cerro La Centinela 3 (c)	2.000	1.100	722	25.4**	16	45.1
Madidi. Mamacona (d)	1.600	2.500-3.000 *	863	35.6	102	8.4
Madidi. Chiriuno (e)	1.850-2.023	2.500 *	692	22.63 (15.0**)	82	8.4

Referencias: a = Smith & Killeen 1995, b = Seidel 1995, c= Gil 1997, d = Cabrera 2004, e = Presente estudio.

valores similares, en el primer caso Euphorbiaceae ocupa el primer lugar y en el segundo el quinto. Comparando con Mamacona, presentan a dos familias en común entre las cinco primeras y estas son Euphorbiaceae y Lauraceae. (Tabla 9).

Conclusiones

El bosque de Chiriuno está bajo protección, además no es aprovechable comercialmente, solamente se encuentran 13 individuos con un dap > a 40 cm de los 692 individuos o por hectárea. Su ubicación en la cabecera de una cuenca y una precipitación alta en el lugar fortalece la decisión de proteger esta área.

La abundancia de la parcela de este estudio se ubica dentro del rango promedio observado para bosques montanos de Bolivia. La diversidad inferior a la que se encuentran en zonas más bajas, los estudios que corresponde a Seidel (1995) en Sapecho y al estudio de Smith & Killeen (1995), en Pilón Lajas; pero la diversidad es mayor a la encontrada en estudios realizados por Vargas (1996) en Amboró y Gil (1997) en Postervalle, en zonas altas. La excepción ocurre comparando este estudio con el estudio de Cabrera (2004) en Mamacona, que también en zona alta y que posee una diversidad mayor. (Tabla 8). La gran diversidad de

Tabla 9: Tabla comparativa del índice de valor de importancia por especie (IVI) y por familia (IVIF) para tres PPMs de bosque montano húmedo.

PPM	Especie	IVI (%)	Familia	IVIF (%)
Chiriuno	<i>Ilex</i> sp. 1	7.58	Lauraceae	16.7
	<i>Guatteria boliviana</i>	6.57	Aquifoliaceae	8
	<i>Richeria grandis</i>	5.65	Annonaceae	7.87
	<i>Hieronyma moritziana</i>	5.63	Clethraceae	5.35
	<i>Iriartea deltoidea</i>	32.48	Moraceae	39.24
Cumbre Pilón	<i>Pseudolmedia laevis</i>	27.5	Leg. Mim.	21.06
	<i>Poulsenia armata</i>	17.13	Leg. Pap.	20.84
	<i>Astrocarium murumuru</i>	15.66	Rubiaceae	18.49
	<i>Sorocea</i> cf. <i>pileata</i>	14.14	Euphorbiaceae	17.7
	<i>Dictyocarium lamarckianum</i>	25.04	Palmae	23.53
Mamacona	<i>Alchornea glandulosa</i>	6.41	Lauraceae	11.56
	<i>Cyathea caracasana</i>	5.26	Euphorbiaceae	11.23
	<i>Protium altsonii</i>	4.56	Moraceae	6.79
	<i>Gordonia fruticosa</i>	4.53	Cyatheaceae	5.53

Lauraceae del presente estudio coincide con los demás mencionados.

Agradecimientos

A las instituciones y personal del Herbario Nacional de Bolivia (LPB), Missouri Botanical Garden (MO), Museo de Historia Natural Noel Kempff y del Proyecto "Inventario Florístico de la Región Madidi", a Mónica Moraes del Herbario Nacional de Bolivia quien me colaboró con su asesoramiento científico, al Ing. Pedro Saravia que fue mi tutor de tesis y a todas las personas que hicieron posible realizar y concluir este trabajo. El mismo fue subvencionado por la Fundación Nacional de Ciencias de Estados Unidos (National Science Foundation grant no. DEB0101775) y por el Missouri Botanical Garden (MO) a través de el Fondo Taylor para Investigación Ecológica.

Bibliografía

- Arroyo L. 1995. Estructura y composición de una isla de bosque y un bosque de galería en el Parque Nacional "Noel Kempff Mercado". Tesis para optar al grado de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz. 55 p.
- de Barcellos F., D., J.C. Voltolini. 1995. The montane cloud forest in southern Brazil. Pp.138–149. En: L.S. Hamilton, J.O Juvikm & F. Scatena. (eds.). Tropical Montane Cloud Forests. Ecological Studies 110, Springer-Verlag, Nueva York.
- Bascopé S., S.F. 2004. "Estructura y composición de la flora de un Bosque húmedo montano en el Parque Nacional Madidi, La Paz-Bolivia". Tesis para optar el grado de

- Ingeniero Forestal, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz. 54 p.
- Boom, B.M. 1987. Un inventario selvático en la zona amazónica de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 10: 1–14.
- Cabrera C., H. 2004. Composición florística y estructura de la vegetación de un bosque montano húmedo de la región central del Área Natural de Manejo Integrado Madidi. Tesis para optar al grado de Licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 72 p.
- Calzadilla T., M.H. 2004. Estructura y composición florística de un bosque amazónico de pie de monte, Parque Nacional Madidi, La Paz, Bolivia. Tesis de grado de Ingeniero Forestal. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz. 55 p.
- Cavelier, J. & A. Etter. 1995. Deforestation of montane forests in Colombia as a result of illegal plantations of Opium. Pp. 541–549. En: S.P. Churchill, H. Basel, E. Forero & J.L. Luteyn (eds.). *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. The New York Botanical Garden, Nueva York.
- Gentry, A.H. & C.H. Dodson. 1987. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 74(2): 205–233.
- Gentry, A.H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forests. Pp. 103–126. En: S.P. Churchill, H. Balslev, E. Forero, J.L. Luteyn (eds.). *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests*. The New York Botanical Garden, Nueva York.
- Gil L., P. 1997. Caracterización de un bosque de montaña en relación a tres niveles de altitud en el cerro “La Centinela”, Postervalle, Provincia Vallegrande, Santa Cruz, Bolivia. Tesis de grado de Ingeniero Forestal. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz. 67 p.
- Hamilton, L.S. 2001. Una campaña por los bosques nublados: Ecosistemas únicos y valiosos en peligro. Pp. 41–49. En: M. Kappelle, & A.D. Brown (eds.). *Bosques Nublados del Neotropico*. INBio, FUA, UICN, Santo Domingo de Heredia.
- Jørgensen, P.M. & C. Ulloa Ulloa. 1994. Seed plants of the high Andes of Ecuador—a checklist. *AAU Reports* 34:1–146.
- Jørgensen, P.M. & S. León-Yáñez. 1999. Catalogue of the Vascular plants of Ecuador. *Monograph. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 75: i–vii, 1–1181.
- Kessler, M. & S.G. Beck. 2001. Bolivia. Pp. 581–622. En: Kappelle, M. & A.D. Brown (eds.). *Bosques Nublados del Neotropico*. INBio, FUA, UICN, Santo Domingo de Heredia.
- Lamprecht, H. 1990. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas -posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. *Cooperación técnica- Alemania, Eschborn*. 335 p.
- Mueller R.; S.G. Beck & R. Lara. 2002. Vegetación potencial de los bosques de Yungas en Bolivia, basado en datos climáticos. *Ecología en Bolivia* 37(2): 5–14.
- Seidel, R. 1995. Inventario de los árboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimonos, Alto Beni. *Ecología en Bolivia* 25: 1–37.
- Smith, D.N. & T.J. Killeen. 1995. A comparison of the structure and composition of montane and lowland tropical forest in the Serranía Pilón Lajas, Beni, Bolivia. 18 p. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/bolivia/pilonarticle/welcome.shtml>
- Vargas C., I.G. 1996. Estructura y Composición Florística de cuatro sitios en el “Parque Nacional Amboró”, Santa Cruz-Bolivia. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, Santa Cruz. 78 p.

Anexo 1: Lista completa de todas las especies de la PPM en el bosque montano húmedo de Yungas de Chiriuno. Abreviaciones: N° Col. = Número de colecta, FB = Francisco Bascope, DA = Densidad absoluta, FA = Frecuencia absoluta, AB = Área basal (m²), IVI = Índice de valor de importancia (en %).

N° Col (FB)	Familias y especies	DA	FA	D (m ²)	IVI (%)
	ANACARDIACEAE				
260	<i>Tapirira guianensis</i> subs. Subandina Aubl.	2	2	0.0195	0.31
	ANNONACEAE				
177	<i>Guatteria boliviana</i> H. Winkl.	56	23	1.1925	6.57
168	<i>Guatteria</i> sp. 1	3	3	0.1759	0.68
	AQUIFOLIACEAE				
207	<i>Aquifoliaceae</i> sp. 1	1	1	0.0092	0.15
217	<i>Ilex goudotii</i> Loes.	2	2	0.0530	0.36
197	<i>Ilex</i> sp. 1	45	17	2.6086	7.58
	ARALIACEAE				
185	<i>Dendropanax bolivianus</i> Gand.	5	4	0.0823	0.73
206	<i>Oreopanax trollii</i> Harms	4	4	0.0585	0.65
	BURSERACEAE				
176	<i>Protium</i> sp. 1	4	3	0.0776	0.58
	CHLORANTACEAE				
222	<i>Hedyosmum angustifolium</i> (Ruiz & Pav.) Solms	2	2	0.0242	0.32
	CLETHRACEAE				
166	<i>Clethra elongata</i> Pers.	28	18	1.1835	4.75
	GUTTIFERAEAE				
215	<i>Clusia multiflora</i> Kunth	19	9	0.5523	2.56
210	<i>Clusia</i> sp. 1	2	2	0.0374	0.34
=151	<i>Clusia</i> sp. 2	2	2	0.0377	0.34
	CUNONIACEAE				
286	<i>Weinmannia glabra</i> L. f.	1	1	0.0113	0.16
	CYATHEACEAE				
171	<i>Cyathea caracasana</i> (Klotzsch) Domin	55	12	0.7606	4.87
	ERYTROXYLACEAE				
287	<i>Erythroxylum floribundum</i> Mart.	1	1	0.0133	0.16
	EUPHORBIACEAE				
195	<i>Alchornea acroneura</i> Pax & K. Hoffm. in Engl.	51	13	1.0683	5.23
196	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	6	5	0.5617	1.58
193	<i>Alchornea</i> sp. 1	1	1	0.0287	0.18
178	<i>Hyeronima moritziana</i> (Müll. Arg.) Pax & Hoffm.	42	17	1.3840	5.63
192	<i>Richeria grandis</i> Vahl	28	13	2.1085	5.65
283	<i>Tetrorchidium macrophyllum</i> Müll. Arg.	1	1	0.0984	0.29
	LAURACEAE				
216	<i>Beilschmiedia</i> sp. 1	1	1	0.0688	0.24
167	Lauraceae sp. 1	1	1	0.0275	0.18
170	Lauraceae sp. 2	1	1	0.0135	0.16
187	Lauraceae sp. 3	2	2	0.6164	1.19
289	Lauraceae sp. 4	59	20	2.4447	8.28
214	Lauraceae sp. 5	22	15	0.7194	3.50
252	Lauraceae sp. 6	1	1	0.0235	0.17
285	Lauraceae sp. 7	2	1	0.0295	0.23
184	<i>Nectandra</i> sp. 1	1	1	0.0330	0.19

N° Col (FB)	Familias y especies	DA	FA	D (m ²)	IVI (%)
173	<i>Nectandra</i> sp. 2	1	1	0.0373	0.20
245	<i>Nectandra</i> sp. 3	2	2	0.0287	0.32
=ppm/552	<i>Nectandra</i> sp. 4	1	1	0.0293	0.18
243	<i>Nectandra</i> sp. 5	1	1	0.0214	0.17
=ppm/5532	<i>Nectandra</i> sp. 6	1	1	0.0137	0.16
188	<i>Nectandra</i> sp. 7	32	14	0.5547	3.65
174	<i>Ocotea</i> sp. 1	1	1	0.0892	0.27
=ppm/482	<i>Persea</i> sp. 1	1	1	0.0401	0.20
280	<i>Persea subcordata</i> (Ruiz & Pav.) Nees LEGUMINOSAE-MIMOSOIDEAE	2	2	0.1880	0.56
182	<i>Inga fendleriana</i> Benth.	8	6	0.1769	1.20
271	<i>Inga</i> sp. 1	4	4	0.0669	0.66
290	<i>Inga striata</i> Benth. MAGNOLIACEAE	4	3	0.0514	0.54
212	<i>Talauma cf. boliviana</i> M. Nee MELASTOMATACEAE	3	3	0.0446	0.49
169	<i>Blakea</i> sp. 1	1	1	0.0082	0.15
179	<i>Graffenrieda cucullata</i> (Triana) L.O. Williams	1	1	0.0515	0.22
292	<i>Graffenrieda</i> sp. 1	1	1	0.0616	0.23
218	<i>Meriania</i> sp. 1	6	5	0.1726	1.00
259	<i>Miconia hygrophila</i> Naudin	2	1	0.0344	0.24
181	<i>Miconia</i> sp. 1	24	10	0.3207	2.55
190	<i>Topobea multiflora</i> (D. Don) Triana MELIACEAE	6	6	0.1556	1.07
186	<i>Trichilia</i> sp. 1 MONIMIACEAE	31	14	0.7125	3.83
223	<i>Mollinedia caloneura</i> Perkins	5	5	0.0596	0.79
172	<i>Mollinedia racemosa</i> (Schltdl.) Tul.	11	5	0.2407	1.34
=ppm/676	<i>Monimiaceae</i> sp. 1 MORACEAE	1	1	0.0095	0.15
194	<i>Cecropia</i> sp. 1	5	4	0.1984	0.90
175	<i>Ficus cuatrecasana</i> Dugand	1	1	0.0568	0.22
208	<i>Ficus mathewsii</i> (Miq.) Miq.	1	1	0.0082	0.15
165	<i>Helicostylis towarensis</i> (Klotzsch & H. Karst.) C.C. Berg MYRSINACEAE	2	2	0.0208	0.31
205	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schltdl. MYRTACEAE	5	4	0.0740	0.72
274	<i>Myrcia fenestrata</i> DC.	2	2	0.0351	0.33
261	<i>Myrcia mollis</i> (Kunth) DC.	2	2	0.0173	0.31
262	<i>Myrcia</i> sp. 1 PIPERACEAE	1	1	0.0252	0.18
183	<i>Piper obliquum</i> Ruiz & Pav. PODOCARPACEAE	9	7	0.1133	1.24
189	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb. PROTEACEAE	12	10	1.3692	3.52
281	<i>Roupala</i> sp. 1 RHAMNACEAE	2	1	0.0414	0.25
242	<i>Rhamnus sphaerosperma</i> var. <i>polymorpha</i> ROSACEAE	2	2	0.0274	0.32
278	<i>Prunus huantensis</i> Pilg.	1	1	0.0177	0.17

N° Col (FB)	Familias y especies	DA	FA	D (m ²)	IVI (%)
	RUBIACEAE				
202	<i>Cinchona</i> sp. 1	1	1	0.0121	0.16
198	<i>Elaeagia</i> sp. 1	9	6	0.3453	1.49
	SABIACEAE				
180	<i>Meliosma herbertii</i> Rolfe	7	5	0.1404	1.00
241	<i>Meliosma</i> sp. 1	9	5	0.1646	1.14
	SAPINDACEAE				
213	Sapindindaceae sp. 1	2	2	0.0963	0.42
	SAPOTACEAE				
257	<i>Pouteria</i> aff. <i>pubescens</i> (Aubrév. & Pellegr.) T.D. Penn.	5	5	0.1568	0.93
	SOLANACEAE				
194	<i>Cestrum</i> sp. 1	1	1	0.0366	0.19
	STYRACACEAE				
253	<i>Styrax</i> sp. 1	2	2	0.0440	0.35
	SYMPLOCACEAE				
247	<i>Symplocos</i> sp. 1	2	2	0.0201	0.31
	THEACEAE				
273	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	3	1	0.1703	0.49
250	<i>Ternstroemia congestiflora</i> Triana & Planch.	3	3	0.0874	0.55
282	<i>Ternstroemia</i> sp. 1	1	1	0.0194	0.17
251	Theaceae sp. 1	1	1	0.0415	0.20