

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS.
FACULTAD DE AGRONOMÍA.
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA.**



TESIS DE GRADO

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DE UN BOSQUE
MONTANO PLUVIAL EN DOS RANGOS ALTITUDINALES DE LAS
SERRANÍAS DE PEÑALITO-NORESTE DE APOLO, ÁREA NATURAL
DE MANEJO INTEGRADO MADIDI. (ANMI-MADIDI)**

Freddy Canqui Magne

La Paz - Bolivia

2006

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS.
FACULTAD DE AGRONOMÍA.
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA.**

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DE UN BOSQUE
MONTANO PLUVIAL EN DOS RANGOS ALTITUDINALES DE LAS
SERRANÍAS DE PEÑALITO-NORESTE DE APOLO, ÁREA NATURAL
DE MANEJO INTEGRADO MADIDI. (ANMI-MADIDI)**

*Tesis de Grado presentado como
requisito parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo.*

Freddy Canqui Magne

Tutor:

Ing. For. Luis Goitia Arze.

Asesor:

Ing. For. Alejandro Araujo Murakami.

Comite Revisor:

Ing. M. Sc. Félix Rojas Ponce.

Ing. M. Sc. Wilfredo Peñafiel Rodríguez.

Ing. Ramiro Mendoza Nogales.

Decano:

Ing. M. Sc. Jorge Pascuali Cabrera.

DEDICATORIA:

*Dedicado al amor de mi abnegada madre Eugenia
Magne Quispe y padre Francisco Canqui Aruni
como a mis queridas hermanas Maria y Yola.*

AGRADECIMIENTOS

Agradecer al supremo creador por darnos la vida y la naturaleza que nos cobija.

Al Herbario Nacional de Bolivia (HNB) que permitieron hacer posible el presente trabajo como la continuidad de otros más, a través del proyecto Inventarios Florísticos de la Región del Madidi con el Missouri Botanical Garden (MOBOT) y los financiadores del NSF bajo coordinación de los biólogos Ph. D. Peter Jørgensen y Alfredo Fuentes.

Agradecer a los Ing. For. Alejandro Araujo, Ing. For. Luis Goitia quienes orientaron asesorando con su experiencia la presente tesis, las sugerencias y correcciones de la bióloga Paula Gismondi, como también agradecer a M Sc. Félix Rojas, Wilfredo Peñafiel y al Ing. Ramiro Mendoza como tribunales que coadyuvaron con sus acertadas observaciones y sugerencias; además de las biólogas; M. Sc. Carla Maldonado, Narel Paniagua y Renate Seidel, que en su momento fueron de gran ayuda para el desarrollo, ampliando mis bases en la ecología.

Así también el apoyo a los personeros del HNB; Ph. D. Stephan Beck siempre alentándome en concluir el presente trabajo, bióloga Mónica Zeballos colaborando siempre a todos en la biblioteca y todas aquellas personas de esta institución.

Agradecer a los amigos; Egr. Gonzalo Paredes, los Ingenieros; Maria Quispe, Jaime Quispe, Tomas Flores, al Ing. For. M. Sc. Cleto Cahuaya y varios compañeros de la Facultad de Agronomía y Biología, quienes de alguna manera apoyan mi constate superación como ser humano y profesional.

ÍNDICE

Resumen	v
Lista de Cuadros	xi
Lista de Figuras	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación	2
1.3. OBJETIVOS	4
1.3.1. Objetivo general	4
1.3.2. Objetivos específicos	4
II. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	5
2.1. Importancia y características de los bosques montanos	5
2.1.1. Gradiente altitudinal	7
2.2. Clasificación de los bosques montanos	9
2.2.1. Biogeografía y distribución de los bosques montanos en Bolivia	10
2.2.1.1. Región andina	11
2.2.1.2 Provincia biogeográfica de los yungas peruano-bolivianos	12
2.2.1.3. Vegetación del sector biogeográfico de los yungas del Beni	14
2.2.1.4. Vegetación de los yungas montanos	15
2.2.1.5. Vegetación de los yungas montanos pluviales	15
2.2.1.6. Bosques pluviales montanos de los yungas del Beni	15
2.3. Composición florística	16
2.3.1. Diversidad y riqueza en los bosque del Neotrópico	17
2.3.2. Diversidad y riqueza del bosque montano en Bolivia	18
2.4. Estructuras del bosque	20
2.4.1. Estratos	21
2.4.1.1. Estructura vertical	22
2.4.1.2. Estructura horizontal	23
III. LOCALIZACIÓN	24
3.1. Características del Parque Nacional y Área Natural Manejo Integrado– Madidi.....	24
3.2. Fisiografía y geología	26
3.3. Suelos	27
3.4. Hidrografía	28
3.5. Clima	28
3.6. Vegetación y biogeografía	29
IV. MATERIALES Y METODOS	32
4.1. Materiales	32
4.1.1. de campo	32

4.1.2. de gabinete	32
4.2. Métodos	32
4.2.1. Sitios de instalación de las parcelas temporales de muestreo (PTMS)	32
4.2.2. Diseño y establecimiento de las parcelas temporales de muestreo de las parcelas tipo Gentry de 0.1 ha con DAP \geq 2.5 cm	34
4.2.3. Toma de datos	36
4.2.4. Colecta de muestras	37
4.2.5. Identificación taxonómica	37
4.2.6. Muestreo del suelos	38
4.2.7. Procesamiento de datos	38
4.2.8. Análisis de datos	39
4.2.8.1. Composición florística	39
4.2.8.2. Diversidad florística y Riqueza	39
4.2.8.2.1. Índices de diversidad	40
4.2.8.3. Importancia ecológica de las taxa	42
4.2.8.3.1. Índice de importancia de familias (IVIF)	42
4.2.8.3.2. Índice de valor de importancia (IVI)	43
4.2.8.4. Estructuras totales del bosque	44
4.2.8.4.1. Estructura Horizontal	44
4.2.8.4.2. Estructura Vertical	44
4.2.8.5. Diversidad beta (β).....	44
4.2.8.5.1. Similitud florística de la riqueza de especies	45
4.2.8.5.2. Similitud o disimilitud jerárquica de las parcelas temporales de muestreo	45
4.2.8.5.3. Relación estructural entre las parcelas y las especies	46
4.2.8.5.4. Relación entre la diversidad beta y las variables ambientales	47
V. RESULTADOS Y DISCUSIONES	48
5.1. Composición florística	48
5.1.1. Composición florística: fondos de valle	48
5.1.2. Composición florística: laderas	54
5.2. Diversidad (α) y riqueza	57
5.2.1. Índices de diversidad: fondos de valle y laderas	57
5.2.2. Rango abundancia-especie: fondos de valle	60
5.2.3. Rango abundancia-especies: laderas	61
5.2.4 Curva área especie: fondos de valle y laderas	63
5.3. Importancia ecológica de las taxa	67
5.3.1. Índice de importancia de familias (IVIF): fondos de valle	67
5.3.2. Índice de importancia de familias (IVIF): laderas	70
5.3.3. Índice valor de importancia de las especies (IVI): fondos de valle	73
5.3.4. Índice valor de importancia de las especies (IVI): laderas	75
5.4. Estructuras totales del bosque	77
5.4.1. Estructura horizontal	77

5.4.1.1. Estructura horizontal: fondos de valle	77
5.4.1.2. Estructura horizontal: laderas	82
5.4.2. Estructura vertical	87
5.4.2.1. Estructura vertical: fondos de valle	87
5.4.2.2. Estructura vertical: laderas	90
5.5. Diversidad beta (β).....	92
5.5.1. Similitud florística de la riqueza de especies	93
5.5.2. Similitud o disimilitud jerárquica de las parcelas temporales de muestreo ...	94
5.5.3. Relación estructural entre las parcelas y las especies en las subformaciones de fondos de valle y laderas	96
5.5.4. Relación entre la diversidad beta y las variables ambientales	98
5.6. Valoración del uso potencial de la riqueza distribuida en las subformaciones del bosque	102
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	106
6.1. Conclusiones	106
6.2. Recomendaciones	109
VII. BIBLIOGRAFIA	111
VIII. ANEXOS	123
Anexo 1. Características generales de los Yungas (Yungas Boliviano-Peruanos) con algunas modificaciones	124
Anexo 2. Resumen de la vegetación de los Yungas Montanos del Sector Biogeográfico de la Cuenca del Río Beni, sus determinantes bioclimáticos y altitudinales	125
Anexo 3. Propiedades fisico-químicas de los suelos distribuidos en 10 parcelas temporales de muestreo cada una de 0.1 ha; desde 1.715-2.300 m en un bosque montano pluvial de las Serranías de Peñalito-Chiriuno ANMI-Madidi	126
Anexo 4. Composición y diversidad florística (DAP>2.5 cm/0.1 ha) en 9 PTMs, con formas de vida y número de individuos en dos rangos altitudinales de la Serranía Peñalito (ANMI-Madidi)	127
Anexo 5. Diferentes sitios del Neotrópico con evaluación de los bosques montanos (altitudes por encima de 1.700 m) incluidas las parcelas del presente estudio (P1, P2,...P9)	131

Anexo 6. Índice del Valor de Importancia de Familias (IVIF), ordenadas por su representatividad ecológica y por PTM; con abundancia, dominancia y diversidad absolutasy relativas; en el rango altitudinal fondos de valle (1700-1900 m) Serrania Peñalito (ANMI-Madidi)	132
Anexo 7. Índice del Valor de Importancia de Familias (IVIF), ordenadas por su representatividad ecológica y por PTM; con abundancia, dominancia y diversidad absolutasy relativas; en el rango altitudinal de laderas (1900-2100 m) Serrania Peñalito (ANMI-Madidi)	133
Anexo 8. Índice Valor de Importacia (IVI) de las especies, en orden de representatividad ecológica; con abundancia, dominancia y frecuencia; absoluta y relativa por PTM en fondos de valle (1700-1900 m) Serrania Peñalito (ANMI Madidi)	134
Anexo 9. Índice Valor de Importacia (IVI) de las especies, en orden de representatividad ecológica; con abundancia, dominancia y frecuencia; absoluta y relativa por PTM en laderas (1900-2100 m) Serania Peñalito (ANMI Madidi)	137
Anexo 10. Distribución diamétrica (cm) de las especies, abundancia y área basal (m ²) en 2 rangos altitudinales 1.700-1.900 (Fondos de Valle en 4 PTMs 0.4 ha=ST1) y 1.900-2.100 m (Laderas en 5 PTMs 0.5 ha=ST2) ANMI- Madidi Serrania Peñalito.	139
Anexo 11. Distribución altimétrica (m) de las especies, abundancia y área basal (m ²) en 2 rangos altitudinales 1.700-1.900 (Fondos de Valle en 4 PTMs 0.4 ha=ST1) y 1.900-2.100 m (Laderas en 5 PTMs 0.5 ha=ST2) ANMI- Madidi Serrania Peñalito	146
Anexo 12. Distribución de especies de acuerdo a la valoración del uso potencial en los 2 rangos altitudinales de fondos de valle, laderas y total Serania Peñalito (ANMI Madidi)	151

RESUMEN

El presente estudio se realizó con el apoyo del Proyecto: "Inventario florístico de la Región del Madidi"; dentro de las exploraciones e inventarios florísticos, (junio/julio/2002) en el Área Natural de Manejo Integrado- Madidi, de las Serranías de Peñalito, en la región Noreste de Apolo del Depto. de La Paz.

Con el objetivo de conocer y analizar la diversidad como las interacciones que suceden en los bosques montanos pluviales, los cuales se caracterizan por su endemismo de especies, como tan importante regulador de los procesos hidrológicos y el control de la erosión en las pendientes elevadas.

Se evaluaron; la composición florística, como la estructura y las interacciones de los factores ambientales con la diversidad beta, en un bosque montano pluvial en dos rangos altitudinales; entre 1.700 a 1.900 m la subformación fondos de valle con 4 parcelas temporales de muestreo (0.4 ha) y entre 1.900 a 2.100 m correspondiendo a las laderas donde se distribuyeron 5 parcelas temporales de muestreo (0.5 ha).

La metodología de muestreo empleada fue la propuesta por Gentry (1982b) con parcelas modificadas (Proyecto-Madidi) de 10 m x 100 m (0.1 ha) evaluando árboles, arbustos y lianas con $DAP \geq 2.5$ cm.

Se confirmó la alta correlación negativa entre el incremento de la altitud y la riqueza de especies como de familias, encontrándose en el rango altitudinal 1.700-1.900 mayor riqueza, con 164 spp. y 1.586 individuos (396.5 ± 133 indiv/0.1ha) que en el rango siguiente; 117 spp. con más de 2.012 individuos (402.4 ± 80.3 indiv/0.1ha); sin embargo la topografía explica mejor, la variación en la riqueza de especies, así mismo la diversidad beta evaluada con el índice de Sørensen presentó una menor similitud entre las parcelas del fondo de valle (36.6%) que las laderas (51.1%) donde fueron similares.

La diversidad es heterogénea, expresado por los coeficientes de mezcla; con valores altos ($QM=1:4-1:7$), principalmente para las primeras parcelas temporales de muestreo de cada rango altitudinal, como también expresaron una variación próxima de los índices de diversidad; Shannon-Weiner (H), influenciada por las especies raras (53 spp.), mucho mayor en los fondos de valle ($H= 3.74-2.61$) que en las laderas (28 spp.) ($H= 3.61-2.69$); con una equitabilidad alta ($J= 0.64-0.87$), presentando además predominio ($Dinv= 27.8-5.31$) de algunas especies en las últimas parcelas de cada rango altitudinal.

Las familias con mayor riqueza para el rango 1.700-1.900 m (fondos de valle) fueron; Rubiaceae (19 spp.), Melastomataceae (18 spp.) y Lauraceae (16 spp.); mientras que en el rango 1.900-2.100 m (laderas) este orden se invierte en algunas familias; Melastomataceae (17 spp.), Lauraceae (14 spp.) y Rubiaceae (7 spp.)

Se encontró una nueva especie para la ciencia; *Dendropanax inequalipedunculatus* J. Wen & A. Fuentes (USZ, 2006) perteneciente a la familia Araliaceae que se registró desde 1.715 m hasta 1.945 m; con una de las mejores abundancias (72 indiv. / 0.7 ha) y una Magnoliaceae, posible especie nueva; *Talauma* (vel esp. nov.) A. Fuentes (USZ, 2004), registrándose en menor abundancia (6 indiv. / 0.4 ha) en los fondos de valle, hasta 1.936 m.

La importancia ecológica de las familias en los fondos de valle se expresó por su mayor representación siendo 7 familias; entre las tres más importantes fueron; Melastomataceae, Rubiaceae y Cyatheaceae con 11.3, 9.5 y 9.3 respectivamente del IVIF%; mientras que un número menor de familias (5) expresó su representación para el rango de laderas siendo las tres más importantes; Lauraceae Melastomataceae y Euphorbiaceae con 14.9, 12.9 y 12.8 respectivamente de IVIF%.

El peso ecológico de las especies representativas para el rango 1.700-1.900 m; con mayor número de especies (20) fue expresado por: *Alsophila erinacea* seguida por *Hedyosmum racemosum* y *Dendropanax inequalipedunculatus*; mientras la representatividad de especies fue menor (15) en el rango 1.900-2.100 m donde; *Alchornea acroneura* es considerada la de mayor peso ecológico, seguida por *Chusquea sp. 2* y *Miconia brittonii*.

La estructura horizontal para el rango de los fondos de valle fue, casi el doble de 17.3 m² (4.32 ±0.597 m²/0.1ha) de dominancia, frente al rango 1.900 a 2.100 que registró 13.66 m² (2.73±0.201 m²/0.1ha), concentrado en la clase 10 a 19 cm las mayores áreas basales, hasta ≥ 40cm; esta tendencia de incrementos se mantiene, como también fue característico de estos bosques, la típica "J" invertida (esciófitas) aunque no para todas las parcelas, ajustándose al patrón expresado por una serie matemática decreciente, característico de los bosques húmedos tropicales.

La altura del dosel fue mayor (9-22 m) en el rango 1.700-1.900 m con mayor abundancia (709 individuos) frente al dosel (5-20 m) del rango 1.900-2.100 m donde el estrato superior fue abundante (765 individuos); en ambos rangos se presentaron para los estratos inferiores, la mayor riqueza de especies que es propio de los bosques primarios.

En referencia a las lianas, estos fueron representados por la familia Astereaceae que es predominante en ambos rangos altitudinales con menor riqueza y abundancia (2.6-2.9 indiv/ 0.1 ha).

La valoración potencial del uso de la riqueza de especies se estableció del mismo modo siendo la mayor riqueza para los fondos de valle (93 spp.) con algún uso como madera principalmente, seguida por las medicinales, alimenticios y artesanales, sin embargo las referidas a otros usos denotan su propiedad y papel de suma importancia como son los servicios ambientales que son mucho más importantes para el ser humano y la fauna.

ABSTRACT

The present study was carried out with the support of the Project: "Inventory floristic the Region of the Madidi"; inside the explorations and inventories floristics, (june/july/2002) in the Integrated Natural Management Area of - Madidi, of the Serranías of Peñalito, in the Northeast region Apolo of the Dept. of the La Paz.

With the objective of to know and to analyze the diversity like the interactions that happen in the forests mount us pluvial, which are characterized by their endemism of species, as so important regulator of the hydrological processes and the control of the erosion in the high slopes.

They were evaluated; the composition floristic, as the structure and the interactions of the environmental factors with the diversity beta, in a forest pluvial montane in two ranges altitudinales; among 1.700 to 1.900 m the sub formation valley funds with 4 non-permanent plots (0.4 ha) and enter 1.900 to 2.100 m corresponding to the hillsides where 5 non-permanent plots were distributed (0.5 ha).

The used sampling methodology was the proposal for Gentry (1982b) with modified non-permanent plot (Project-Madidi) of 10 m x 100 m (0.1 ha) evaluating trees, bushes and lianas with $DBH \geq 2.5$ cm.

You confirmed the high negative correlation between the increment of the altitude and the wealth of species like of families, being in the range altitudinal 1.700-1.900 bigger wealth, with 164 spp. and 1.586 individuals (396.5 ± 133 indiv/0.1ha) that in the following range; 117 spp. with more than 2.012 individuals (402.4 ± 80.3 indiv/0.1ha); however the topography explains better, the variation in the wealth of species, likewise the diversity beta evaluated with the index of Sørensen presented a smaller similarity among the parcels of the valley bottom (36.6%) that the hillsides (51.1%) where they were similar.

The diversity is heterogeneous, expressed by the mixture coefficients; with high values ($QM=1:4-1:7$), mainly for the first parcels storms of sampling of each range altitudinal, as well as they expressed a next variation of the indexes of diversity; Shannon-Weiner (H), influenced by the strange species (53 spp.), much bigger in the valley funds ($H = 3.74-2.61$) that in the hillsides (28 spp.) ($H = 3.61-2.69$); with a high equitabilidad ($J = 0.64-0.87$), also presenting prevalence ($D_{inv} = 27.8-5.31$) of some species in the last parcels of each range altitudinal.

The families with more wealth for the range 1.700-1.900 m (valley funds) they were; Rubiaceae (19 spp.), Melastomataceae (18 spp.) and Lauraceae (16 spp.); while in the range 1.900-2.100 m (hillsides) this order is invested in some families; Melastomataceae (17 spp.), Lauraceae (14 spp.) and Rubiaceae (7 spp.).

Was a new species for the science; *Dendropanax inequalipedunculatus* J. Wen & A. Fuentes (USZ, 2006) belonging to the family Araliaceae that registered from 1.715 m up to 1.945 m; with one of the best abundances (72 indiv. / 0.7 ha) and a Magnoliaceae, possible new species; *Talauma* (vel esp. nov.) A. Fuentes (USZ, 2004), registering in smaller abundance (6 indiv. / 0.4 ha) in the valley funds, up to 1.936 m.

The ecological importance of the families in the valley funds was expressed by its biggest representation being 7 families; among three more important they were; Melastomataceae, Rubiaceae and Cyatheaceae with 11.3, 9.5 and 9.3 respectively of the IVIF%; while a number smaller than families (5) it expressed their representation for the range of hillsides being three more important; Lauraceae Melastomataceae and Euphorbiaceae with 14.9, 12.9 and 12.8 respectively of IVIF%.

The ecological weight of the representative species for the range 1.700-1.900 m; with more number of species (20) it was expressed for: *Alsophila erinacea* continued by *Hedyosmum racemosum* and *Dendropanax inequalipedunculatus*; while the representativeness of species was smaller (15) in the range 1.900-2.100 m where; *Alchornea acroneura* is considered that of more ecological weight, continued by *Chusquea sp. 2* and *Miconia brittonii*.

The horizontal structure for the range of the valley funds was, almost double 17.3 m² (4.32 ±0.597 m²/0.1ha) of dominance, in front of the range 1.900 at 2.100 that it registered 13.66 m² (2.73±0.201 m²/0.1ha), concentrated in the class 10 to 19 cm the biggest basal areas, until = 40cm; this tendency of increments stays, as well as it was characteristic of these forests, the typical invested " J " (esciófitas) although doesn't stop all the plots, being adjusted to the pattern expressed by a falling mathematical series, characteristic of the tropical humid forests.

The height of the canopy was bigger (9-22 m) in the range 1.700-1.900 m with more abundance (709 individuals) in front of the canopy (5-20 m) of the range 1.900-2.100m where the height stratum was abundant (765 individuals); in both ranges they were presented for the inferior strata, the biggest wealth of species that is characteristic of the primary forests.

In reference to the lianas, these they were represented by the family Astereaceae that is predominant in both ranges altitudinal with smaller wealth and abundance (2.6-2.9 indiv / 0.1 ha).

The potential valuation of the use of the wealth of species settled down in the same way being the biggest wealth for the valley funds (93 spp.) with some use like wood mainly, continued by the medical, food and handmade, however those referred to other uses denote its property and paper of supreme importance like they are the environmental services that are much more important for the human being and the wild animals.

JUK'A ARUNA

Aca yatjataña, lursiwa yanapawipampi aca Proyecto: "Inventario florístico de la Región del Madidi"; (junio/julio/2002) aca uñaquipaña yatjataña qoqaqoqa jan airutanak ina alirik kjaya oraqe ANMI-Madidi jisk'a qollonaka Peñalito sata, marka Apolo Lapasankiri.

Uñaqaptua yateqañan lup'iñataki kunjamasata tate kuna qoqanak huyhuata urpu-jalluri mankhana, qami ukampisti yakhanakampi jakiri ukanakaki qoranak wali wakiskirihua umataki sarnakañapataki ukharusti lak'a jan sarjañapataki uka iram jalantañjam oraqenaq.

Ch'ijnuqañ kaukirinak qoqanak, kunjamas lakirata ukharusti aca pachampi samana onjhtahui urpu-jalluri mankhana paya pachan oraqe 1700-1900 metros (tupuña) vallenak sata 4 qallpa uñantañatak sata (0.4 ña chikat hectarea) ukharusti ñarakiu 1900-2100 m iram sata lakirata 5 qallpa uñantañatak sata (0.5 chikat hectarea).

Uka lurañatakisti lursupjta Gentry (1982b) qallpa turkata aca Proyecto Madidi ukasti 10 m x 100 m (1/10 hectarea) yateqañ qoqaqoqa murank ña ukchapacht tuputa $DAP \geq 2.5$ centímetros.

Chiqaw sata kunjamas alaypacharu sarañaj ukhamarakiwa juq'allaru tate kuna qoqanak tukusje, jall ukhamu vallenakan utji waljata 164 casta castanak, ña 1.586 sapa maya, ukharusti ñarakiwa 117 casta castanak, waljata 2.012 sapa maya ukharusti vallenak iramanak yatiyawistu walt'at kunjamasti utji casta castanaq tate kuna qoqanak, waltat uñanjaistu aca sata indice Sørensen iramanaq kipkanakaki wa (51%) jani ancha vallenakan (36.6%).

Aca casta castanaq walt'atawa, aca sata coeficientes de mezcla walt'at-alaya (QM= 1:4-1:7), wakiskirihua aca nayranaq qallpanaq sapa mayan vallenakan iramanankiri acanacasti walt'atawa ña sata indices de diversidad Shannon-Weiner (H) aca casta cast jan utjirjam (53 spp.), walt'atawa vallenakan (H=3.74-2.61) jani ancha (28 spp.) iramanaqan (H=3.61-2.69) ña kikipachañjama alaya (J=0.64-0.87) uñachayasiwa ña casta castanacan walt'ata utjiri qhepaj qallpanak.

Wilamasinakasti walt'atanakawa vallenakan (1700-1900 m) aca sata Rubiaceae (19 spp.), Melastomataceae (18 spp.) y Lauraceae (16 spp.); ukhamarusti aca iramanaqan (1900-2100 m) maysa cheqaru kutsuña jukall wilamasinakaki sata Melastomataceae (17 spp.), Lauraceae (14 spp.) y Rubiaceae (7 spp.).

Jikjatasiw ma qoqa machaqa sata *Dendropanax inequalipedunculatus* J. Wen & A. Fuentes (USZ, 2006) aca Araliaceae wilamasinkiri ukhat 1715 ña 1945 m walt'ata walja (72 indiv. / 0.7 ha), ukharusti ma Maganoliaceae wilamasinkiri ñapachawa

machaqaspawa sata *Talauma (vel esp. nov.)* A. Fuentes (USZ, 2004) juk'allarakiwa aca vallenakan ña 1936 m. ukhakamaki.

Wakiskirihua saman utjiri wilamasi ña vallengaqan qatoqapje 7 wilamasinaq ukanaqat 3 wakiskiri Melastomataceae, Rubiaceae y Cyatheaceae ña 11.3, 9.5 ukharusti 9.3 wak'tata aca sata IVIF%, ukharusti juk'allaki wilamasinak (5) uñachaystu khaya iramanakan acanakat kimsa wakiskiriwa Lauraceae Melastomataceae ukharusti Euphorbiaceae ña 14.9, 12.9 ukampi 12.8 wak'tata aca sata IVIF%.

Wakisirakihua saman utjiri casta casta qoqaoqanak 1700 ña 1900 m uñachayasi patunka (20) ucanakasti kimsaki sutiñani *Alsophila erinacea* khepata *Hedyosmum racemosum* ukharusti *Dendropanax inequalipedunculatus*; ñarakiwa wakisiri juk'allaki mankhaki (15) ña 1900-2.100 m ukansti; *Alchornea acroneura* walt'atawa ancha suma saman, khepankiri *Chusquea sp. 2* ukharustiy *Miconia brittonii*.

Ukhamarakiwa laqisi pampa cheqan vallengakan ña pachau chicapata 17 m² (pa kuti tupu) nayriri ukasti iramansti utjainawa 13.66 m² walt'ata ña 10-19 cm ukhata 40 cm jall ukch'anak ukampisti pashpakiwa, ukhamarakiwa aca qoqaoqan sata "J" maysa cheqaru kutsuta satarakiwa esciofitas, janirakiwa taqpachataki qallpanakakiti ukampisti l'upisin uñjayasi sata matematican serie decreciente ukanakankiri qoqaoqanakan huyhuata urpu-jalluri mankhana junt'unakan sata tropicos.

Qoqa alaya ña patja walt'ataru puri vallengakan (9-22 m) walja sapamaya (709) ukharusti iramanakankiristi juk'alljamawa jisk'achatanaka (5-20 m) ukhamarusti walt'atanawa sapa mayankiri (765) ukampisti paypachankiri utjatayna apaqat mankhan aca casta castanak qoqanak khaya jan uyhuatanakan.

Ukharusti aca mura sata aca wilamasipasti Asteraceae utji paypachankiri juk'allsuta maya mayanakan (2.6-2.9 individuos/0.1ha).

Tukuyjañataki uñachyawawi aca apsupjaspa casta castanak qoqanak walt'ata vallengakan (93) maderataki ukharusti qollanaka, mank'aña, kauki lurañataki ukampisti ancha sumawa wakisiwa saman pachataki jaquetaki ukhamarus jani uywanakataki kamasasiñataki suma.

LISTA DE CUADROS

Número	Páginas
1. Funciones primarias de los bosques montañosos	6
2. Representación aproximada de los bosques nativos andinos en la ecoregión de los YUNGAS (Vegetación potencial y bien conservada) en el PN ANMI Madidi	30
3. Localización y características de las 9 PTMs de estudio en la región de las Serranías de Peñalito. ANMI-Madidi	34
4. Distribución en 4 PTMs (fondos de valle) de 0.1 ha del número: de individuos, familias, géneros y especies (\bar{X} = Media muestral; S_{\pm} = Desviación Standard).....	49
5. Distribución de 10 familias con géneros más representativos y el número de especies por parcela, con la ganancia de especies (AMBOS) en: Fondos de Valle (1700-1900 m) y Laderas (1900-2100 m) de las Serranías de Peñalito (ANMI-Madidi).	50
6. Las 5 familias andinas más importantes en el Neotrópico con riqueza de especies $DAP \geq 2.5\text{cm}/0.1\text{ha}$	52
7. Distribución en 5 PTMs (laderas) de 0.1 ha del número: de individuos, familias, géneros y especies (\bar{X} = Media muestral; S_{\pm} = Desviación Standard)	54
8. Índices de diversidad, cociente de mezcla; en 1700-1900 m (fondos de valle) y 1900-2100 m (laderas)	58
9. IVF representativos; con valores absolutos y relativos en 4 PTMs de los fondos de valles (1700-1900m).	68
10. IVF representativos; con valores absolutos y relativos en 5 PTMs de laderas (1900-2100m).	70
11. Índice Valor de Importancia (IVIP=IVI promedio) expresado en valores absolutos y relativos de las especies más importantes por PTM, distribuidos en fondos de valle (1700-1900 m)	75

12. Índice Valor de Importancia (IVI _p =IVI promedio) expresado en valores absolutos y relativos de las especies más importantes por PTM, distribuidos en laderas (1900-2100 m)	77
13. Especies con distribución diamétrica irregular en los fondos de valle (1700-1900 m)	80
14. Especies con distribución diamétrica irregular en las laderas (1900-2100m)	85
15. Cocientes de mezcla en las clases diamétricas con relación a los rangos altitudinales de las 2 subformaciones	86
16. Número de individuos absoluto (relativo), características por estratos y PTM; en los fondos de valles (1700-1900 m)	87
17. Distribución vertical continua de la abundancia de especies (%) en los fondos de valle (1700-1900 m)	88
18. Número de individuos absoluto (relativo), características por estratos y por PTM; en las laderas (1900-2100 m)	90
19. Distribución vertical continua y parcial de la abundancia de especies (%) en las laderas (1900-2100m)	91
20. Similitud florística mediante el Índice Sørensen entre las 9 PTMs	93
21. Análisis de correspondencia canónica de los 3 ejes estadísticos y las varianzas en porcentaje (%) parcial y total.	99
22. Ínter correlación de los gradientes ambientales con los ejes estadísticos (CCA).....	100
23. Distribución de especies útiles potenciales y su abundancia, con sub totales en (%) por rango altitudinal.	103

LISTA DE FIGURAS

Número	Páginas
1. Distribución, relación vertical de los pisos climáticos y la vegetación de los Yungas bolivianos	9
2. Mapa de la región del Madidi	25
3. Mapa de la zona de estudio, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi Serranía de Peñalito	33
4. Diseño de las Parcelas Temporales de Muestreo y las subparcelas tipo Gentry de 0.1 ha modificadas	36
5. Medición del diámetro altura pecho (DAP) bajo diferentes características y situaciones de los tallos.	36
6. Distribución de las 5 familias más diversas en especies en fondos de valle (1700-1900m) en las Serranías Peñalito	51
7. Distribución de las 5 familias más diversas en especies en laderas (1900-2100m) en las Serranías Peñalito	55
8. Rango abundancia (dominancia-diversidad) ordenadas de mayor a menor de 4 PTMs y la figura representativa de la subformación fondos de valle (1700-1900m)	61
9. Rango abundancia (dominancia-diversidad) ordenadas de mayor a menor de 5 PTMs y la figura representativa de subformación laderas (1900-2100m)	62
10. Curva área-especies en los fondos de valles y laderas de las Serranías de Peñalito	64
11. Comparación de la riqueza de especies en 0.1 ha vs altitud (las líneas son el cálculo de la regresión de los sitios andinos: Salta y Parque el Rey (Argentina), Los Tuxlas (México), Cerro Olumo y Cerro Picacho (Nicaragua), Centinela en la Cordillera Occidental (Ecuador); la línea Serranía-Peñalito corresponde a las PTMs del presente estudio.	66
12. Valor de Importancia relativa de las familias más representativas dentro de cada PTM en fondos de valle (1700-1900m)	68

13. Distribución logarítmica del comportamiento de la abundancia, dominancia, diversidad; de las familias más importantes ecológicamente de cada PTM en los fondos de valle (1700-1900 m)	69
14. Valor de Importancia relativa de las familias (IVIF %) más representativas dentro de cada PTM en laderas (1900-2100 m)	71
15. Distribución logarítmica del comportamiento de la abundancia, dominancia, diversidad; de las familias más importantes ecológicamente de cada PTM en laderas (1900-2100 m)	72
16. Índice Valor de Importancia relativos (IVI %) de las 5 especies más importantes en los fondos de valle (1700-1900 m)	74
17. Índice Valor de Importancia relativas (IVI %) de las 5 especies más importantes en las laderas (1900-2100 m)	76
18. Relación promedio de áreas basales, abundancia y clases diamétricas de leñosas en fondos de valles (1700-1900 m) en las Serranías de Peñalito .	78
19. Distribución logarítmica de la abundancia (número de individuos); por clases diamétricas ($DAP \geq 2.5\text{cm}/0.1\text{ha}$) en el rango 1700-1900 m	79
20. Relación promedio de áreas basales, abundancia y clases diamétricas de leñosas en laderas (1900-2100 m) en las Serranías de Peñalito	83
21. Distribución logarítmica de la abundancia (número de individuos) por clases diamétricas ($DAP \geq 2.5\text{cm}/0.1\text{ha}$) en el rango 1900-2100 m	84
22. Dendrograma mediante el análisis cluster de la abundancia de especies no raras entre 9 parcelas	95
23. Dendrograma mediante el análisis de aglomeración cluster de la dominancia de especies entre 9 parcelas	96
24. Análisis PCA de la abundancia especies seleccionadas por el IVI representativo (50 %) de 9 PTMs de la Serranía de Peñalito	97
25. Análisis PCA de la dominancia de especies seleccionadas por el IVI representativo (50 %) de 9 PTMs de la Serranía de Peñalito	98
26. Análisis CCA de las especies más abundantes y representativas (IVI 50 %) influenciadas por los gradientes ambientales en 9 PTMs	101

I. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

Desde hace décadas se ha venido estudiando la flora y fauna de las montañas neotropicales, incrementándose en los últimos años, reconociendo a los Andes como uno de los principales centros de diversidad y especiación en el mundo (Churchill *et al.* 1995). Además los Andes albergan las comunidades vegetales más ricas en especies en la tierra; sin embargo, el conocimiento que se tiene sobre la diversidad de la región con la cual se quiere demostrar este hecho, es relativamente escaso (Rollet, 1980; Gentry, 1982; Whitmore, 1984; cit. en Finegan, 1992).

En Bolivia, los bosques montanos húmedos, han sido estudiados en menor detalle que en otros países andinos. Sin embargo, pese a encontrarse entre los ecosistemas mejor conocidos y explorados del país; desde Tadeo Haenke (1761-1817: Yungas de La Paz, cit. en Moraes & Beck, 1992), hasta nuestros días; continúan encontrándose nuevas especies, dando testimonio de esto el Proyecto: "Inventario Florístico de la Región Madidi" (Proyecto Madidi 2001), que entre sus colecciones se encuentran 50 probables nuevas especies, de dicho proyecto forma parte el presente trabajo (Araujo-Murakami com. pers.).

Estas regiones han sido favorecidas por la fisiografía, por los cambios altitudinales, originando diferentes gradientes ambientales de precipitación y temperatura, así como perturbaciones naturales; haciendo que estos bosques alberguen una alta diversidad de plantas; donde la composición florística y la estructura son afectadas por la topografía así como por las características del suelo (Beard, 1949; 1955; Grubb & Whitmore, 1966; 1967; Holdridge, 1967; Gentry, 1988; Weaver & Murphy, 1990; cit. en Scatena, 2002; Navarro, 2002).

A la fecha no existe una clasificación para las formaciones vegetales, ni definiciones comunes aceptadas en nuestro país, pero por el avance, se consideran como representativas las definiciones que Navarro (2002) propone, sin embargo por

trabajos anteriores se estableció que los bosques montanos húmedos, cubren aproximadamente 150.000 km² que representan el 13.7 % del total de la superficie (Goitia, 2000a), asimismo Kessler & Beck (2001) tipifican a los Yungas como un centro de endemismo y afirman que albergan y contribuyen con la mitad de las especies de flora y fauna de Bolivia.

Con el fin de proteger y conservar este patrimonio del estado como es la biodiversidad, se han creado las áreas protegidas, que han sido identificadas a través de varios estudios y entre estas zonas se encuentra la región del Madidi que alberga la mayor biodiversidad del país, asimismo es uno de los mayores albergues de riqueza biológica en Sudamérica y uno de los centros más importantes de biodiversidad en el Nuevo Mundo (Foster *et al.* 1991a, Dinerstein *et al.* 1995, Davis *et al.* 1997).

1. 2. Justificación

Los bosques montanos pese a su fragilidad son muy dinámicos, lo que se origina por la orografía, las variaciones altitudinales y topográficas, así mismo estos bosques cumplen un rol importante en el ciclo del agua, como en la mitigación de la erosión de los suelos. La investigación permitirá conocer la composición florística o cual es el rango ambiental óptimo en el que se desarrollan las especies, expresados por la mayor abundancia de las mismas o como puede realizarse el mejor uso, manteniendo sus poblaciones estables, con un menor impacto.

El conocimiento de la composición florística y estructura de un bosque constituye el primer paso hacia el entendimiento de la dinámica ecológica, lo que a su vez es fundamental para comprender aspectos biológicos y productivos, incluyendo el manejo sostenible de los bosques tropicales (Araujo-Murakami & Seidel, 2003).

Con el fin de conocer la diversidad y composición de los bosques se utilizan técnicas de inventarios y censos forestales, que permiten conocer las especies presentes,

evaluándolas a través de diversas metodologías (Rondeux, 1997), entre las que se incluyen las parcelas permanentes de muestreo, así también las parcelas tipo Gentry de 0.1 ha de tamaño, que ha demostrado ser el más eficaz, permitiendo registrar mayor diversidad, con costos y tiempo reducidos.

Bolivia es el país menos explorado en el continente Sudamericano, existiendo todavía extensiones de tierras poco alteradas, donde los inventarios florísticos serían prioritarios, principalmente en las áreas protegidas; es por esta de las muchas razones que se implementó a mediados del 2001, el Proyecto: “Inventario florístico de la Región del Madidi”, gracias al apoyo del Jardín Botánico de Missouri (MO), en colaboración con el Herbario Nacional de Bolivia (HBN), el Real Jardín Botánico de Madrid (MA); que contribuirán al enriquecimiento de las colecciones de especímenes para los herbarios de Cochabamba y Santa Cruz.

Por lo tanto, el presente estudio contribuirá al conocimiento de la diversidad florísticas y las características estructurales de los bosques montanos en el PN y ANMI- Madidi.

1. 3. OBJETIVOS

1. 3. 1. Objetivo General

Estudiar la composición florística y la estructura de un bosque montano pluvial en dos rangos altitudinales de las Serranías de Peñalito, en la región Noreste de Apolo, Área Natural de Manejo Integrado (ANMI) Madidi.

1. 3. 1. Objetivos Específicos

- Conocer y analizar la diversidad florística en cada rango altitudinal.
- Determinar la importancia ecológica de las familias y especies más representativas por parcela temporal de muestreo en cada rango altitudinal.
- Caracterizar la estructura horizontal y vertical de cada rango altitudinal.
- Identificar la similitud y variabilidad florística (diversidad beta) y su interacción con los factores ambientales abióticos.
- Valorar el uso potencial de las especies en los rangos altitudinales.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2. 1. Importancia y características de los bosques montanos

Los bosques desde el punto de vista ecológico, son una compleja asociación vegetal constituida por más de una especie (bosques mixtos) dominada por árboles, arbustos de cualquier tamaño, de crecimiento espontáneo, que proceden de regeneración natural, desarrollada sin influencia del hombre (bosque virgen, primario), albergando además otras formas de vida como lianas, epífitas y la fauna silvestre (Goitia, 2000).

Según la FAO (2002), declaran mediante la campaña; “Año Internacional de las Montañas 2002”, contribuyendo de esta manera a la tarea de protección y uso sostenible de los bosques montanos, que son considerados ecosistemas frágiles ha escala mundial, como por su gran importancia, dada su estrecha relación con el recurso agua, la energía y biodiversidad (Convenio de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, CNUMAD 1992).

Los ecosistemas montañosos en Bolivia forman parte de los 16 países del mundo llamados megadiversos, la diversidad más grande en ecosistemas y especies se encuentran en la región montañosa, sobre todo en los Yungas (Beck, 2002); donde los bosques húmedos montanos andinos, cubren un área aproximada de 150.000 km² (13.7 %) del territorio del país, estimaciones consideradas sin efecto de la pendiente (Kessler & Beck, 2001); otras difieren hasta 22.626,43 km² (Garden, 2000).

Salazar (2001) y Brown & Kappelle (2001) indican que las funciones primarias de los bosques tropicales, principalmente los montañosos (Cuadro 1), poseen gran importancia ecológica (proveen de protección, conservación y regulación ambiental, a la diversidad biológica como a los recursos hídricos), considerados beneficios indirectos; la importancia económica (producción) y los beneficios directos (Universidad Complutense de Madrid, 2004):

Cuadro 1. Funciones primarias de los bosques montañosos (* Kanninen s/a).

PROTECCION	REGULACION	PRODUCCION
<ul style="list-style-type: none"> • De suelos por reflexión de radiación solar, por erosión de la precipitación, vientos. • Mantenimiento de CO₂ humedad, como reducción de la velocidad de los vientos. • Creación de las condiciones favorables para la fauna y flora. 	<ul style="list-style-type: none"> • Absorción, almacenamiento y liberación de CO₂ (*Bosques nubosos primarios retienen aprox. 230 t Carbono/ha). • Absorción de aerosoles, ruidos. • Almacenamiento, emisión de agua, oxígeno y elementos minerales (reacciones fotoquímicas). • Mantiene el régimen térmico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Almacenamiento de energía (para fito-zoomasa) • Regeneración y autorregulación durante la producción de madera, corteza, hojas y frutos; como compuestos (resinas, aceites, latex, alcaloides, farmacodinamicas, etc).

Fuente: Elaboración propia

Según Stadtmüller (1997), los ecosistemas montañosos de los bosques nublados son predominantes en las zonas de máxima condensación de nubes, en Bolivia se encuentran entre 1.500 y 3.500 m de elevación (Kessler & Beck, 2001), con excepciones (1.000 m Serrania de Pilón); se caracterizan principalmente por los procesos hidrológicos; el agua como parte de la humedad atmosférica es desplazado por los vientos, se condensa, cae como lluvia sobre el follaje, de donde puede evaporarse directamente o quedar retenida en la copa de los árboles, sin llegar nunca al suelo; aquí se da la más importante interrelación bosque-lluvia (Kline *et al.* 1968, Lawson 1981; cit. en Wadsworth, 2000; Hamilton, 2001), denominada intercepción (5 a 26 %) en función de la composición del bosque y su ubicación (Cavelier & Vargas, 2002).

El agua que cae al suelo desde el follaje, incrementa su dotación (procesos hidrobiológicos); denominándose lluvia horizontal (Stadtmüller, 1997), que logra aportar hasta 100 % más de agua disponible al suelo y por evapotranspiración (intercepción y transpiración), pasa nuevamente a la atmósfera (Hamilton *et al.* 1995; Bruijnzeel & Hamilton, 2000, WWF-IUCN 2000; cit. en Llerena, 2002).

Tobon–Marin (1999, cit. en Cavelier & Vargas, 2002) destaca igualmente el control de la erosión en las pendientes elevadas; la mitigación del potencial, factor erosivo de la lluvia (impacto de las gotas), así como el escurrimiento superficial, los cuales

son atenuados por la cubierta forestal y la hojarasca producida y acumulada por el bosque; donde es favorecida la infiltración (Pereira, 1967; cit. en Wadsworth, 2000), que puede ser tan alta y la escorrentía representan en promedio el 41.6 % de la precipitación.

2. 1. 1. Gradiente altitudinal

Todo ecosistema va cambiando según se ascienda en altitud, originando cambios climáticos como la disminución de temperaturas (asociadas al suelo), por lo general con excepcionales aumentos de precipitaciones y cambios en la radiación solar, que determinan de forma paralela cambios muy notables en la estructura y composición florística de la vegetación, como la atmósfera menos densa (Goitia, 2000).

Los cambios climáticos altitudinales en las montañas, de acuerdo a Navarro (2002) es el fenómeno clásico en geobotánica y principio de la zonación altitudinal para una determinada área geográfica (en valles y cordilleras internas, se presentan las sombras de lluvia total o parcial, mientras que en los valles y serranías se exponen a la influencia de los vientos cálidos y húmedos), los que se superponen al efecto de la exposición topográfica, dando lugar de forma correlativa o paralela a cambios muy marcados en los tipos de vegetación. Los límites altitudinales entre los pisos de vegetación, que se diferencian y suceden desde la zona basal, a las cumbres de las montañas, está correlacionado estrechamente con el modelo de distribución altitudinal de la precipitación y la temperatura (índices bioclimáticos).

Según Gerold (1987; cit. en Gerold, 2003) indica que por las condiciones climáticas de la vertiente de los Andes se pueden diferenciar y estimar el significado del gradiente altitudinal térmico y de humedad en la diferenciación de los suelos, con tres sucesiones; húmeda, (bosques montañosos de los Yungas) semihúmeda y semiarida (bosques: Tucumano boliviano y secos interandinos) y dentro de estas sucesiones se presentan variaciones en las montañas, por el relieve y el sustrato (topo e hidrosecuencia).

El mismo autor argumenta que solo las laderas norte de la cordillera oriental de los Yungas bolivianos, presentan disponibilidad permanente de agua y hacia el noreste de las laderas montañosas probablemente reciben más de 8.000 mm (Kessler, 1999; cit. en Kessler & Beck, 2001), mientras que los valles pueden tener menos de 500 mm (sombra de lluvia). Altitudinalmente, el máximo de precipitación se encuentran entre 1.000-1.500 m aproximadamente en zonas muy húmedas (mayor 5.000 mm) hasta 2.000-2.500 m en zonas de valles, con precipitación algo menor y por encima de 3.000 m (sombra de lluvia), estableciendo la variación local de la precipitación media anual en relación a su topografía y elevación (Fjeldsa et al. 1999a; cit. en Kessler & Beck, 2001).

La distribución de la precipitación en los Yungas demuestra claramente que a lo largo del gradiente altitudinal (pie de monte del Chapare y la zona del Madidi, son casi perhumedas y estacionales), se observa una diferenciación térmica e hídrica (Figura 1). En general el piso de precipitación más alto se encuentra entre los 1.200-1.800 m, más arriba sigue el nivel de condensación, con la formación máxima de nubes en la franja desde 1.500-2.000 m a 3.000-3.500 m (Navarro, 2002), generandose humedad máxima y temperaturas templadas sin heladas, creando condiciones óptimas y coincidiendo con la máxima diversidad de plantas (Rafiqpoor *et al.* 2003).

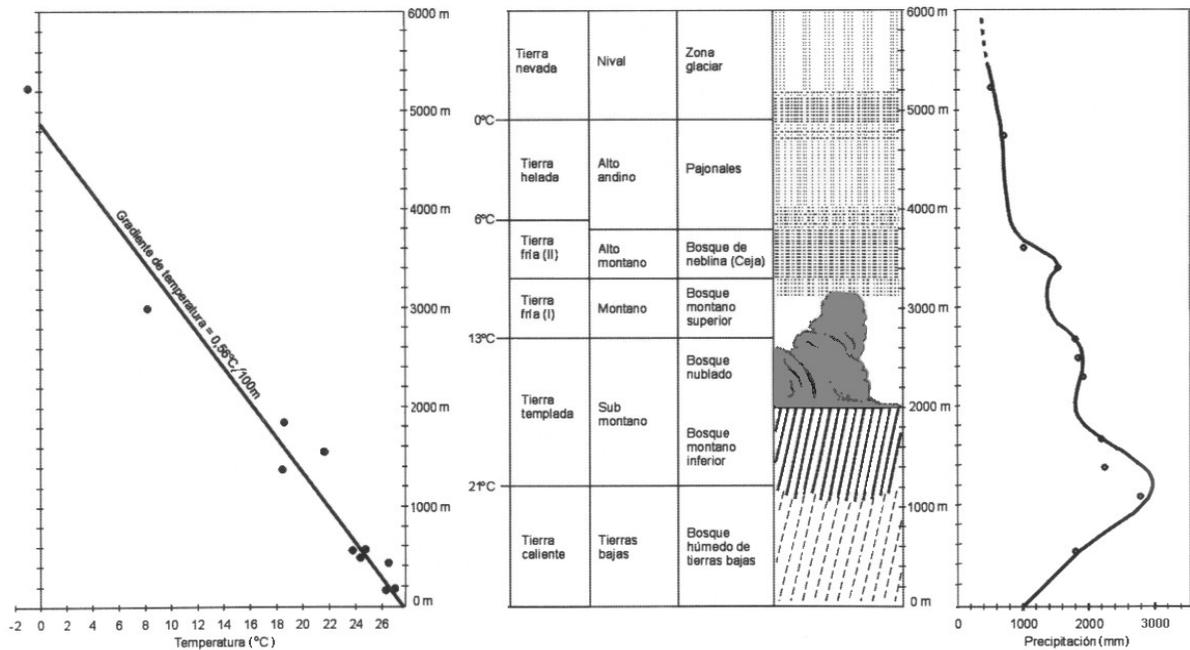


Figura 1. Distribución, relación vertical de los pisos climáticos y la vegetación de los Yungas bolivianos (modificado según Lauer 1988; tomado de Rafiqpoor *et al.* 2003).

2. 2. Clasificación de los bosques montanos

Se han ideado numerosos sistemas para clasificar la vegetación, propuestos por Shimwell (1971), Mueller-Dombois & Ellenberg (1974); siendo los más utilizados en el neotropico; el florístico, el fisonómico (estructural) y el bioclimático de Bear (1944), entre los que denomina al montano. El sistema fisonómico de la UNESCO por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974) y por Holdridge (1947, 1982) que impuso la clasificación bioclimática, denominando zonas de vida, con el componente de las fajas altitudinales, surgiendo el montano pre y bajo (cit. en Hartshorn, 2002).

Para Bolivia se trazarón mapas de las zonas de vida por Tosi *et al.* (1975), Unzueta (1975), realizando aportes importantes para identificar las formaciones vegetales, zonas de vida, ecoregiones, desde Ellenberg (1981), Ribera *et al.* (1992, 1996), Beck *et al.* (1993), hasta los más recientes como Navarro (2002) que consideran el biogeográfico e Ibish *et al.* (2003) que hacen más énfasis en las ecoregiones.

Sin embargo a la fecha no existe amplio consenso (Kessler & Beck, 2001; Fuentes *et al.* 2005), como una clasificación detallada de los principales tipos de bosque de la región del Neotropico ni para Bolivia; pero por razones descriptivas y de mejor detalle con corroboración en campo, consideramos la propuesta de la clasificación de las regiones biogeográficas por Navarro (2002), Navarro & Ferreira (2004) que incorporan además los índices bioclimáticos para los tipos de vegetación; basados en el modelo bioclimático de Rivas-Martinez *et al.* (1999) y complementaciones a nivel de la ecoregión por otros autores.

2. 2. 1. Biogeografía y distribución de los bosques montanos en Bolivia

Según Navarro (2002), toda Sudamerica pertenece al reino biogeografico Neotropical Austroamericano (7 regiones); por tanto las unidades mayores o regiones biogeográficas que existen en Bolivia, pertenecen íntegramente al subreino Neotropical.

La Región Neotropical cubre 9.2 millones de km² (52 %) de todos los bosques tropicales, abarcando a Brasil, Perú, Colombia, Bolivia, México y Venezuela, para Churchill *et al.* (1995), abarca desde el sur: de México y la Florida, hasta el sur: de Brasil y la provincia de Misiones en Argentina; el límite latitudinal de los bosques neotropicales no lo fija el límite astronómico del Trópico (23° 30' norte y sur), sino es definida por su relación con la intensidad de la estación fría (variación de temperaturas) y la cantidad de las precipitaciones, con excepciones notables al sur (WRI 1994, Brown, 1995; cit. en Hartshorn, 2002).

Navarro (2002), continúa indicando que; en el territorio actual de Bolivia, están representadas cuatro regiones biogeográficas:

- Región Amazónica,
- Región Brasileño-Paranaense,
- Región Chaqueña y
- Región Andina.

2. 2. 1. 1. Región Andina

Extendida en Los Andes con macrobioclima tropical, desde Venezuela (10° norte) hasta el centro de Chile y Argentina (30° sur). En tan amplio espectro latitudinal, se presentan en esta región los bioclimas pluvial, pluviestacional y xérico, predominando territorialmente ese orden en dirección norte a sur.

La región presenta una gran diversidad de ambientes con vegetación y fauna en relación a la enorme variedad climática, fisiográfica y altitudinal, asimismo tiene muchas especies endémicas (numerosos géneros y algunas familias). La mayor diversidad biológica (todavía no bien conocida), se centra en las provincias biogeográficas del Páramo ó Paramuna y de los Yungas Peruano-Bolivianos (Navarro, 2002).

Ibisch & Merida (eds.) (2003) complementan además; los Yungas (ecoregión), como término geográfico es utilizado desde hace mucho tiempo, para denominar las laderas nororientales húmedas de los Andes Bolivianos y Peruanos; citando a Fossa (1999): “En el imperio incaico, se clasificó el territorio, según criterios geográficos, los Yungas (yunka, yunga) representaban los llanos o cualquier tierra calurosa (en aymará), mientras en quechua era la tierra templada González (1608)”.

Continuando, Navarro (2002) indica; la existencia de las relaciones flora y fauna con el reino Hólarctico por el norte y con la región Valdiviano-Magallanica por el sur, atestiguando el importante papel de corredor paleo-biogeografico en sentido norte-sur desempeñado por la cordillera de los Andes.

Es en Bolivia donde la región biogeográfica esta mejor representada y es más diversa, confluyendo en este país cuatro de las cinco provincias, (faltando la provincia del páramo) que se distribuye en todo el oeste del país, desde la frontera con el Perú hasta la Argentina.

Las provincias que comprende la región andina en conjunto son las siguientes:

- Provincia del Páramo.
- Provincia de la Puna Peruana.
- Provincia Altiplánica.
- Provincia Boliviano-Tucumano.
- Provincia de los Yungas Peruano-Bolivianos.

2. 2. 1. 2. Provincia Biogeográfica de los Yungas Peruano-Bolivianos

Esta provincia biogeográfica, pertenece a la región Biogeográfica Andina extendiéndose según Rivas-Martinez *et al.* (1999) desde el extremo norte del Perú hasta el centro de Bolivia a lo largo de los valles, serranías y laderas montañosas orientales de los Andes. Hacia el norte limita con la Provincia Biogeográfica del Páramo en Los Andes del Ecuador, Colombia y Venezuela, hacia el sur, contacta con la Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumano, en el centro de Bolivia (Santa Cruz, Amoro).

Sin embargo Kessler & Beck (2001) hacen una precisión en los Yungas, indicando; es una franja más o menos continúa a lo largo de la vertiente andina: dividiéndose latitudinalmente en dos tipos: los Bosques de Yungas al Norte del “codo andino” a 18° de latitud sur y los Bosques Tucumano-Bolivianos hacia el sur; cuya diferencia es su carácter climático y biogeográfico de los Andes.

Ibisch & Nowicki (2003), indican además; la diversidad beta intraecoregional es mayor que en cualquier otra ecoregión, dividiéndose en tres subregiones latitudinalmente con barreras ortográficas y diferencias climatológicas (Anexo 1); los Yungas paceños (desde la frontera de Perú hasta la cordillera de Cocapata que es un importante divisor biogeográfico), los Yungas cochabambinos (desde la cordillera de Cocapata hasta la región de Siberia) y los Yungas cruceños (coincidiendo con una gran parte del Parque Nacional Amoro).

Además Killeen *et al.* (1993), estableció en los Yungas la presencia de transiciones dirigidas hacia el Bosque Seco Interandino y el Bosque Montano Semideciduo, dependiendo la orientación de las laderas influenciadas por la cantidad de precipitación y los vientos predominantes.

Continuando, Navarro (2002) menciona que; el límite occidental sigue aproximadamente la línea de la divisoria orográfica principal de la Cordillera Oriental de los Andes, contactando en su mayor parte con la Provincia de la Puna Peruana. El límite oriental de la Provincia de los Yungas se establece casi en su totalidad con la región Biogeográfica Amazónica, siendo el más difícil de precisar debido a la existencia de una amplia franja altitudinal subandina, entre unos 500-1.200 m donde los elementos; florísticos, faunísticos andinos yungueños y amazónicos se hallan simultáneamente.

Sin embargo adopta para su separación el criterio clásico en biogeografía corológica de las “áreas continuas” (Engler, 1924 & Meusel, Payer & Weinert, 1965), en las unidades biogeográficas se prolongan especialmente en el territorio hasta donde constituyen áreas continuas no fragmentadas, según este postulado, las “islas” con determinada flora y vegetación, aparecen incluidas geográficamente en una matriz continua con diferente vegetación. Ello es así porque dichas “áreas-isla” representan la manifestación espacial geográfica de las fluctuaciones climáticas del cuaternario, con los consiguientes avances, retrocesos, interdigitaciones y posibles aislamientos parciales de los conjuntos de flora y vegetación que se pone en contacto a lo largo de los límites entre las unidades biogeográficas. Hecho que en zonas montañosas se exagera por la propia variabilidad topográfica en cortas distancias.

En los Yungas de Bolivia la situación se complica, la vegetación puede considerarse yungueño o amazónico según el predominio de elementos florísticos (subandino inferior) presentándose o no en las islas elongadas rodeadas por vegetación. La zona oriental más baja, presentan tipos de vegetación dominadas por elementos florísticos con óptima distribución en la región Biogeográfica Brasileño-Paranense,

dispuestas en los valles y laderas subandinas situados en “sombra de lluvia” orográfica (Stadtmüller, 1997), es decir sotavento parcial de los vientos alisios cálidos y húmedos.

Un gran número de especies vegetales, animales y pertenecientes a diversos grupos taxonómicos, se restringen en su distribución en los Yungas de Bolivia, caracterizados desde el punto de vista botánico, por varias familias que presentan aquí su centro de dispersión o diversidad y están ausentes o menos representadas en otras zonas, tales como: Actinidaceae, Brunnelliaceae, Chletraceae, Chloranthaceae, Cunoniaceae, Ericaceae, Monimiaceae, Podocarpaceae, Rubiaceae, Sabiaceae, Solanaceae, Symplocaceae y Theaceae.

La subdivisión preliminar de la Provincia de los Yungas en Bolivia, se da en dos sectores Biogeográficos y en ocho distritos biogeográficos, que en general, muestran al parecer una buena correspondencia, en cuanto a sus límites espaciales, entre cuencas hidrográficas a distintas escalas:

Provincia Biogeográfica de los Yungas:

- 1. Sector Biogeográfico de los Yungas del Beni.
 - Y1. Distrito Biogeográfico de los Yungas de Apolobamba.
 - Y2. Distrito Biogeográfico de los Yungas de Muñecas.
 - Y3. Distrito Biogeográfico de los Yungas de Coroico.
 - Y4. Distrito Biogeográfico de los Yungas de Boopi.
 - Y5. Distrito Biogeográfico de los Yungas de Cotacajes.
 - Y6. Distrito Biogeográfico de los Yungas de Altamachi y Corani.
- 2. Sector Biogeográfico de los Yungas de Ichilo.
 - Y7. Distrito Biogeográfico de los Yungas del Chapare.
 - Y8. Distrito Biogeográfico de los Yungas de Amboro.

2. 2. 1. 3. Vegetación del Sector Biogeográfico de los Yungas del Beni

Ocupa toda la cuenca andina del río Beni y la sub-cuenca adyacente del río Espíritu Santo (Corani), pertenece hidrográficamente a la cuenca del Ichilo. Caracterizadas por; la gran amplitud especial del piso subandino, con alto desarrollo topográfico y bioclimático. Además, muchas especies con distribución en los Yungas del Perú

alcanzan su límite meridional de distribución aquí, sin pasar hacia el sur (Yungas de la cuenca del Ichilo).

En consecuencia es posiblemente una de las más diversas a escala continental de Sudamérica, en un área relativamente pequeña, con un complejo mosaico de ecosistemas vegetales, ordenadas en el espacio geográfico en función del factor bioclimático, el cual esta a su vez determinado por la diversidad altitudinal y orográfica.

Entre los tipos de vegetación de los Yungas del Beni ordenados en el interior de los diferentes pisos ecológicos altitudinales existentes, se diferencian:

- Vegetación de Ceja de Monte Yungueña.
- Vegetación de los Yungas Montanos.
- Vegetación de los Yungas Subandinos.

2. 2. 1. 4. Vegetación de los Yungas Montanos

Extendida en la faja altitudinal, entre los 1.900-2.100 m en su límite inferior y los 2.800-3.100 m para su límite superior (Anexo 2), siendo los Yungas montanos del distrito biogeográfico Yungas de Coroico, los únicos que presentan un bioclima pluvial húmedo, mientras que el resto de los distritos el piso montano tiene un bioclima pluvial subhúmedo a húmedo; por lo que se diferencian dos tipos de vegetación; los pluviales y los pluviales.

2. 2. 1. 5. Vegetación de los Yungas Montanos Pluviales

2. 2. 1. 6. Bosques Pluviales Montanos de los Yungas del Beni

Vegetación caracterizada por el bioclima pluvial, en las bandas altitudinales entre 1.900-2.900 m, se presenta un grupo de bosques extendidos en el tramo altitudinal inferior del piso ecológico montano yungueño pluvial, de la faja subandina generalmente entre 1.900-2.100 m y 2.300-2.400 m de altitud. Estructuralmente son mesobosques sempervirentes lauroides desarrolladas en laderas de serranías y

valles altos yungueños, donde *Podocarpus oleifolius*, con un óptimo altitudinal aparece entre 2.200-2.500 m intervalo en cual domina en bosques poco o nada intervenidos por extracción de madera, constituyéndose en el indicador del nivel basimontano yungueño pluvial asociando con el conjunto de plantas de este nivel, las mismas pudiendo desbordarse hacia las zonas altas; entre ellas están: *Landerbergia carua*, *Oreopanax jelskii*, *Hedyosmum angustifolium*, *Weinmannia pinnata*, *Cavendishia pubescens*, *Alchornea latifolia*, *Hieronyma oblonga*, *Ocotea jelskii*, *Prumnopitys harmsiana*, *Ruagea ovalis*, *Cybianthus lepidotus*, *Panopsis pearcei* y *Cecropia angustifolia*.

En el intervalo altitudinal, que ocupan estos bosques cambian florísticamente, pudiendo diferenciarse aproximadamente un conjunto altimontano, por encima de 2.300-2.400 m de altitud y un conjunto montano o basimontano por debajo de esas altitudes (Navarro, 2002).

2. 3. Composición Florística

La composición es el conjunto de especies de organismos que componen el bosque, considerando la diversidad de especies en un ecosistema, la cual se mide por su riqueza (cantidad de especies), representatividad (balance equitativo de las especies) y heterogeneidad (disimilitud entre riqueza y representatividad). De los 3 a 10 millones de especies de organismos que existen en el mundo, dos tercios son propios de los trópicos y la mayoría vive en los bosques. Posiblemente el 80 % de las especies de plantas tropicales ya se hallan identificadas. En la Amazonía existen más de 50.000 especies de plantas superiores (Peet, 1974; Prance, 1982; cit. en Wadsworth, 2000).

En las cordilleras tropicales, especialmente en los bosques per húmedos de montañas bajas, en función de la elevación (500 a 2.000 m) se observa la variación de la estructura en la fisonomía del bosque, así como en su composición florística. La diversidad florística disminuye conforme aumenta la elevación. Los árboles

dicotiledoneos dominaron a lo largo del gradiente (78 % de los tallos mostraba un diámetro a la altura del pecho $DAP \geq 10$ cm) el resto estaba conformado por palmeras 15 %, helechos arborescentes 5,2 %, lianas 1,5 % y hemiepífitas 0,4 % (Hartshorn, 2002).

Gentry (1995) indica; por encima de 1.500 m, los bosques andinos son florísticamente distintos (Gentry, 1992), presentan familias y géneros exclusivamente montanos y generalmente laurasicos, a lo largo de la elevación hay una reducción lineal de riqueza de especies (Martinez-Rica, 1997), presentandose una fuerte correlación entre ambas. La diversidad de familias también presenta la misma tendencia (Vázquez & Givnish, 1998), aunque es menor que la riqueza de las especies y solo a elevaciones mayores a 2.000 m.

Gentry (1995) señala; que la familia Lauraceae es el componente más común y característico de estos bosques, siendo la más rica en especies (13 de 24 muestras) entre los géneros: *Ocotea*, *Persea* distribuidos desde 1.540-2.550 m; el segundo en diversidad es la familia Melastomataceae (*Axinanea*, *Meriania*, *Miconia*, *Blakea*, *Topobea*) seguido por Rubiaceae (*Elaegia*, *Guetarda*, *Hillia* y *Cosmibuena*). La familia Moraceae es la cuarta familia (*Ficus*, *Morus* es exclusivamente andino, *Helicostylis* y *Pseudolmedia* hasta 1.950 m, *Cecropia* es esporádico hasta 2.450 m); le sigue Euphorbiaceae (11 géneros entre estos *Hyeronima* y *Alchornea*). El género más importante en los bosques andinos como en Centroamérica es *Miconia*, seguido por *Cyathea* (helecho).

2. 3. 1. Diversidad y Riqueza en los bosques del Neotropico

Wilson (1988) menciona que; la diversidad se utilizó para denominar la riqueza biológica de una determinada zona del planeta, comprendiendo la diversidad, entre las especies y los ecosistemas. Finegan (1992) se refiere en sentido ecológico estricto, que los términos de riqueza y diversidad tienen significados distintos, ya que riqueza se aplica al número o cantidad de especies, en una determinada comunidad,

región o grupo (plantas, árboles, animales, etc) existentes en una determinada área mientras que la diversidad de una comunidad, además incluye las abundancias relativas de cada una.

Según la Convención de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD, 1992) y *Cyberways and waterways* (2003) indican; que la diversidad de una comunidad es un concepto que abarca el número de especies y las abundancias relativas de cada especie (expresa el nivel de organización de la comunidad, una alta diversidad de especies abundantes, revela la estabilidad de la comunidad, si es baja o cambiante la diversidad de especies, muestra un medio ambiente inestable); considerando además el número de individuos (Hurlbert, 1971; Salt, 1979; cit. en Magurran 1988, 1991; Falk, 1990; cit. en Moraes & Beck, 1992; BOLFOR *et al.* 2000).

El gran número de especies arbóreas en los bosques primarios Neotropicales han sido registrados por Gentry & Dodson (1987 y Gentry 1988; cit. en Moraes & Beck, 1992), realizando inventarios en Centroamérica y Sudamérica (Colombia, Venezuela, Ecuador, Perú y Brasil), entre los 1.500 a 3.100 m de los bosques tropicales, encontraron en una parcela de 0.1 ha en el Río Palenque (Perú), un total de 653 árboles de 114 especies distintas; siendo el número de árboles con DAP \geq 10 cm de 52 individuos y 32 especies (menos de 2 árboles por especie). También Gentry (1986a; cit. Gentry *et al.* 2002) registró en Bajo Calima (Colombia entre 50-150 m), 265 especies con DAP \geq 2.5 cm / 0.1 ha constituyendose en el actual record mundial de diversidad.

Mientras que en una parcela de 1 ha en Yanamono (Perú), Gentry (1988b) indicó una riqueza de 283 especies arbóreas (300 especies incluyendo lianas), cuya cantidad fue similar a lo encontrado en bosques más complejos del Extremo Oriente, reportado por Whitmore (1984; cit. en Wadsworth, 2000).

2. 3. 2. Diversidad y Riqueza del bosque montano en Bolivia

Kessler & Beck (2001) indican que; los bosques de la región neotropical distribuidos en Bolivia, son uno de los pocos estudiados botánicamente, donde se han registrado aproximadamente 7.000 especies de plantas vasculares en bosques montanos húmedos, pero se estiman que existen unas 10.000 especies (50 % del total de la flora boliviana) y las familias más diversas son: Orchidaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Piperaceae, Rubiaceae, y Solanaceae; los géneros más diversos *Elaphoglossum* (Lomariopsidaceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Epidendrum* y *Pleurothallis* (Orchidaceae), entre otros.

Al respecto en Bolivia se conocen 211 familias nativas y las gimnospermas solamente está representado por 4 familias (entre estos Podocarpaceae con 12 spp.), pudiendo afirmar por estimaciones que el número de especies de plantas vasculares se aproxima a 20.000 (Ibisch & Beck, 1998, 2003).

Jørgensen *et al.* (2005) mencionan que; es común tener pocas especies en muchas familias y muchas especies en pocas familias para la región del Madidi (Parques Nacionales (PN): Madidi, Pilón Lajas, Apolobamba y sus alrededores con 111.000 km²), donde se registró la diversidad que conforman los Bosques Montanos desde 1.500–2.000 m (649 spp.), hasta 2.000–2.500 m (288 spp.). En general las familias con más especies son las mismas, como en otros sitios del Neotrópico, aunque las familias; Pteridaceae, Sapindaceae, Lauraceae, Bignoniaceae y Polypodiaceae, son probablemente muy maximizados en el rango de familias diversas.

La faja subandina y los Yungas reúnen la mayoría de las especies de flora y fauna; se estiman que pueden existir 500 o más especies de árboles, mientras que las epífitas alcanzarían 1.500 a 2.000 especies; los Yungas llegan a representar un 4 % del territorio nacional, con un 35 % de la diversidad de todos los grupos estudiados, donde la familia Orchidaceae representa el taxa más concentrada, albergando más de un 60 % de las especies; de los que el 40 % de las especies son endémicas y casi un 80 % de los cientos de especies endémicas (Bromeliaceae, Areceae) están restringidos a ésta ecoregión (Ibisch *et al.* 2003).

Entre los helechos y plantas a fines se han registrado aproximadamente 750 especies conocidas, 94 géneros, así como al menos 200 especies aún por determinar o describir, además se establecen las mayores concentraciones entre 1.000 a 2.000 m; biogeográficamente con un grado de endemismo bajo (14 %) para Bolivia (Kessler *et al.* 2000, 2001).

2. 4. Estructuras del bosque

La estructura de una población es la representación proporcional de las diferentes etapas del desarrollo de una especie en ella, puede ser una valiosa ayuda y determinar la relación entre el estrato y la especie, mediante el análisis del Índice de Valor de Importancia (IVI), lo que hace posible conocer que especies conforman los estratos, las más frecuentes o importantes cuantitativamente y establecer un listado de especies indicadoras (Malleux, 1976).

Las estructuras (totales) de los bosques húmedos tropicales es un enfoque morfológico que describe al bosque entero según variables cuantitativas donde las más utilizadas son los diámetros a la altura del pecho (DAP) y las alturas totales (Finegan, 1992).

De acuerdo a Newman (1954; Baur 1964; cit. en Wadsworth, 2000); la estructura del bosque tiene que ver con los tamaños, ubicación relativa y tipos de formas de vida; cuanto menos favorables son las condiciones, tanto menor es la cantidad de estratos. Los estratos existen en la mayoría de los bosques tropicales cerrados, se ajustan a los siguientes criterios:

- Ausencia de árboles inmaduros en los estratos superiores.
- Se considera que un árbol ha llegado a la madurez cuando ya no produce ramas laterales.
- Altura del estrato se define como el límite inferior de las ramificaciones permanentes.

Según BOLFOR *et al.* (1997) y el CATIE (2001) mencionan que; la estructura es manifestada por la distribución espacial de los árboles, tanto de manera horizontal como en lo alto del perfil del bosque, son una herramienta valiosa para una mejor comprensión de la dinámica de los bosques, ya que no basta con saber de la cantidad de individuos que ingresan o mueren, si no como están distribuidos estos en el espacio.

Los mismos autores, indican además que la estructura vertical y horizontal, así como los factores que afectan su variación dentro del bosque, se fundamentan en ciertas bases ecológicas de las que se pueden mencionar:

- La estructura original del bosque es la mejor respuesta del ecosistema ante las variables del clima y el suelo.
- Hay procesos naturales que tienden a mantener la estructura original del bosque (silvigénesis).
- La dinámica de cada una de las poblaciones se caracteriza por estrategias propias de auto perpetuación basadas en las características y requerimientos de las especies.

2. 4. 1. Estratos

Según el Glosario Forestal (2004), menciona que; en la silvicultura, los estratos son el conjunto de masas y rodales con una o más características en común, agrupadas con fines de inventariación, manejo forestal, etc. Goitia (2000) señala además que; en ecología, es la masa de plantas que ocupan un espacio entre límites verticales inferiores y superiores; (árboles en el estrato superior; arbustos en el estrato medio; hierbas en el estrato inferior) y así mismo el número de estratos de la vegetación se relaciona con la humedad y calidad del suelo; como la estructura vertical esta determinada por la distribución de los organismos a lo alto del perfil del bosque, distinguiéndose; uno, dos, hasta tres o más pisos.

Según BOLFOR *et al.* (1997), los estratos representan agrupaciones de individuos que han encontrado los niveles de energía adecuados para sus necesidades y por lo tanto han expresado plenamente su modelo arquitectural de copas amplias. No se

consideran aquellos individuos que van de paso hacia microclimas que presenten mayores niveles de energía; los que están definidos entre las superficies de inversión ecológica, morfológica y la profundidad o distancia entre las superficies que es proporcional a la energía disponible en el estrato.

Asimismo la estructura original del bosque es el resultado de la respuesta de las plantas al medio ambiente, a las limitaciones y amenazas que esta presenta (BOLFOR *et al.* 1997). Las características del suelo y del clima, así como las estrategias de las especies y los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal y vertical del bosque (CATIE, 2001).

2. 4. 1. 1. Estructura Vertical

Loján (1966; cit. en Finegan, 1992) indica que; la organización vertical del bosque se define como las distribuciones que presentan las masas foliares medidas en el plano vertical o las distribuciones cuantitativas de las variables, tal como la altura. En estudios biológicos, la altura es un parámetro básico de la descripción del bosque, además; es una variable necesaria para estimar el volumen, el crecimiento, la clasificación de sitios, según la parte del árbol que se vaya a considerar.

Igualmente para Harper (1977; cit. en Finegan, 1992) menciona que; el tamaño es una variable de predicción mucho más confiable que su edad con respecto a la tasa de crecimiento de esa planta, su capacidad reproductiva, su riesgo de mortalidad y otros factores. Además según el CATIE (2001) señala que; el entendimiento de la estructura vertical y la composición florística del bosque a diferentes niveles sobre el suelo es muy importante para saber cómo manipular el crecimiento del bosque.

Según BOLFOR *et al.* (1997) y Rey (2004) indican que; la estructura vertical responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones micro climáticas, que permiten a las especies cambiar, moverse a diferentes alturas del perfil; desarrollándose en los niveles que satisfagan sus demandas de radiación,

temperatura, viento, humedad relativa, evapotranspiración y la concentración de CO₂.

Una manera de explicar este tipo de estructura es la clasificación que hace la Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal - IUFRO (Leibundgut 1958; Lamprecht, 1990), en la que se distinguen tres estratos o pisos:

- Piso superior: altura mayor a 2/3 de la altura superior del vuelo.
- Piso medio: entre 2/3 y 1/3 de la altura superior del vuelo.
- Piso inferior: altura menor a 1/3 de la altura superior del vuelo.

2. 4. 1. 2. Estructura Horizontal

Son simplemente las distribuciones matemáticas que presentan las variables cuantitativas medidas en el mismo plano principalmente el diámetro altura pecho (DAP) y el área basal, siendo más importante, la distribución del número de árboles por clases diamétricas (Finegan, 1992).

Para BOLFOR *et al.* (1997), es el arreglo espacial de los organismos, árboles, que no es aleatorio; pero sigue modelos complejos que lo hacen ver como tal. Como producto de la dinámica natural del bosque se observan; una distribución de individuos (curvas de sobrevivencia) que se asemeja a una “J” invertida (esciófitas), donde existe una gran concentración de individuos jóvenes en las categorías diamétricas inferiores y a la vez pocos individuos en las categorías superiores y la otra distribución se asemeja a la recta (heliófitas) donde el número de árboles se mantiene constante, estos comportamientos son típicos de los bosques tropicales húmedos (Finegan, 1992). Dicha tendencia no está siempre presente al realizar el análisis por especie, existen distintos patrones de distribución que responden a las estrategias particulares de las especies o a factores externos a ellas (Rollet, 1978).

III. LOCALIZACIÓN

3. 1. Características del Parque Nacional y Area Natural Manejo Integrado -Madidi

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-ANMI) Madidi, creado mediante DS 24.123 del 21/Sep/1995; tiene una superficie de 1.895.750 ha (18.960 km²) de las cuales 1.271.500 ha corresponden a la categoría Parque Nacional (PN) y 624.250 ha a la de Área Natural de Manejo Integrado (ANMI); ubicado en la región noroeste del Dpto. de La Paz, entre las coordenadas: 67°30'-69°15' longitud oeste y 12°42'-15°14' latitud sur en las provincias de Franz Tamayo, Abel Iturralde y Bautista Saavedra (Figura 2). Los municipios que forman parte del área protegida son Apolo, San Buenaventura, Ixiamas, Pelechuco y Curva (MDSP & SNAP, 2002).

Entre sus límites se encuentran: al sur con el ANMI–Apolobamba, al sureste, la Reserva Biológica y Territorio Indígena Pílon Laja y hacia el oeste con el Parque Nacional Bahuaja-Sonene que pertenece a la república del Perú; el PN-ANMI Madidi actualmente forma parte del biocorredor Villcabamba – Amoro, por ser considerado un Hotspot mundial, que alberga el 15 % de toda la flora diversa del planeta y cientos de especies en peligro de extinción, además conviven 40 grupos étnicos, que representan el patrimonio cultural de la zona binacional (Navarro *et al.* 2004).

También contribuyen al área, la existencia de arqueología precolombina, como pueblos indígenas con diversas tradiciones, poseedores de conocimientos sobre el aprovechamiento de los recursos naturales (UDAPE, 2000; MDSP & SNAP, 2002).

La región del Madidi alberga la biodiversidad más alta del país, identificada a través de varios estudios como el RAP (Biological Assessment of the Alto Madidi realizados por Foster *et al.* 1991); investigaciones e instituciones; como Conservación Internacional, identificaron el área con el mayor potencial de riqueza biológica de Sudamérica y como uno de los centros más importantes de biodiversidad en el Nuevo Mundo (Dinerstein *et al.* 1995; Davis *et al.* 1997).

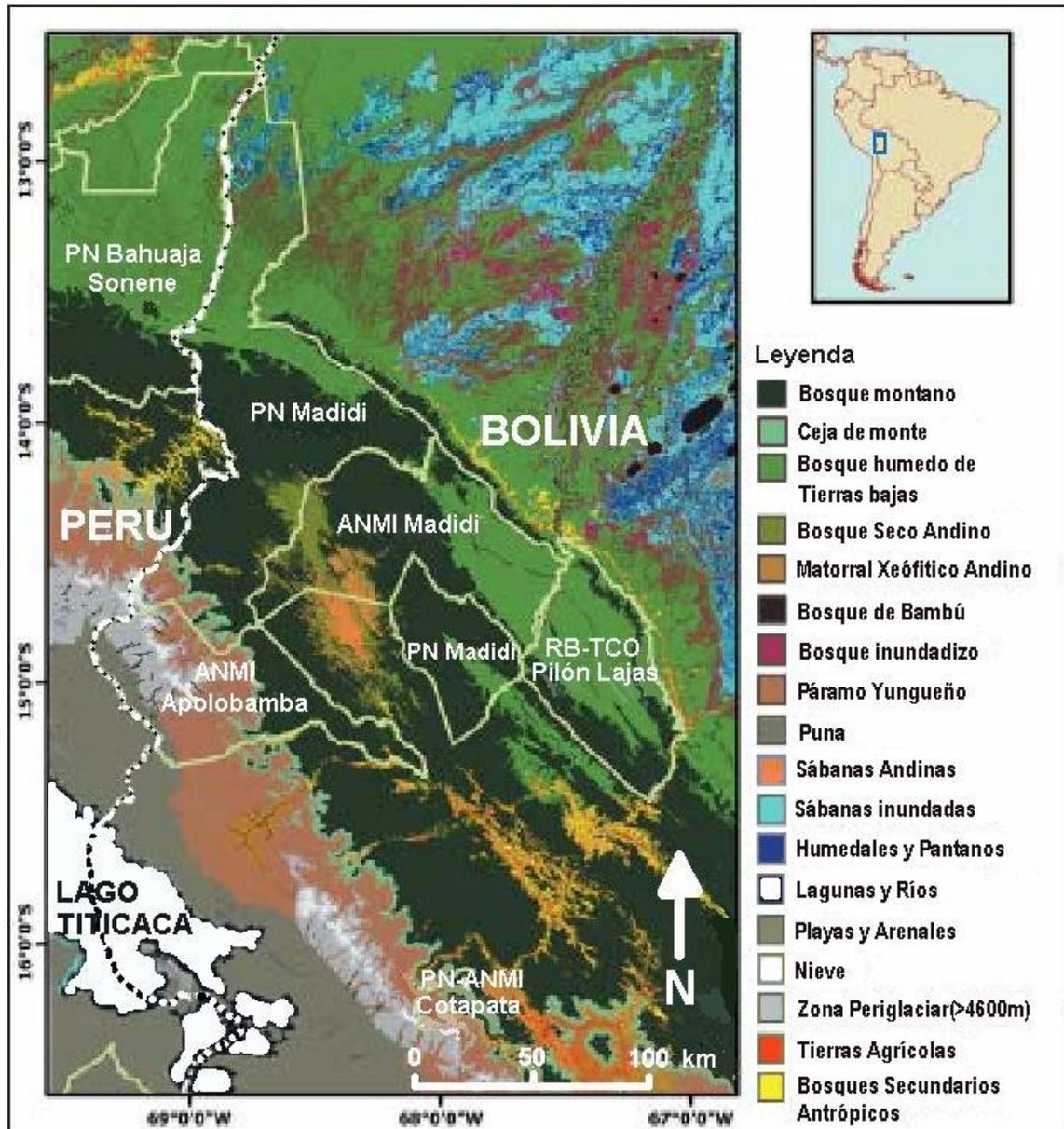


Figura 2. Mapa de la Region del Madidi (PN-ANMI Madidi, ANMI Apolobamba, RB-TCO Pilon Lajas) y otras áreas protegidas con uso del suelo del año 2001. Extraido de Killeen, T. *et al* 2005.

La fauna del PN-ANMI Madidi alberga a más de 1.370 especies de vertebrados, de los cuales; los mamíferos (raros ver en otras áreas de montañas o la amazonía); como el jaguar (*Felis pardalis*), el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), el tapir o anta (*Tapirus terrestris*) y varias especies de primates; están representados por 156 especies, las aves son las más diversas, se estima que el 11 % de todas las aves del mundo se dan cita en estos parajes, estando representado por 867 especies; los anfibios están conformados por 84 especies, los reptiles están representados por 71 especies; los peces aproximadamente por 192 especies (Sarmiento *et al.* 2002).

3. 2. Fisiografía y geología

En el área del Madidi, está conformada por las características fisiográficas de la cordillera oriental de los Andes, el subandino y la llanura oriental. Esta zona, se encuentra en el flanco este de la cordillera oriental mostrando un paisaje montañoso alto, serranías moderadamente paralelas entre si, alargadas, con presencia de valles profundos y zonas de alta pendiente. En dirección noreste, esta cordillera presenta montañas medias, a fuertemente disectadas. La parte fisiográfica del subandino, situada entre el bloque andino y la llanura oriental, comprende serranías paralelas a la cordillera Andina con altitudes próximas a los 2.000 m. Las serranías subandinas se caracterizan por un rumbo general noroeste a sureste y comprenden además las serranías; del Eslabón, del Tigre, Cuñaca y Hore Huapo (OEA, 2000).

La región es geomorfológica y geológicamente bien definida, se inicia al noreste como la prolongación de la misma cadena en el Perú, está limitada al oeste por las fallas de Conirí y San Vicente, que la separan del altiplano y al este por las sierras subandinas; presenta la secuencia estructural anticlinal y sinclinal, más completas del país, con afloramientos de rocas recientes y secuencias marinas a continentales. El afloramiento de rocas del Paleozoico (edad ordovícica) están constituidas por ortocuarcitas, pizarras y areniscas. Hacia las altitudes intermedias presentan zonas de transición, cubierta por depósitos cuaternarios principalmente coluvio fluviales

conformados por conglomerados, gravas subredondeadas, arenas, limos y arcillas (OEA, 2000; Navarro *et al.* 2004).

La zona de estudio, corresponde al ANMI-Madidi en el flanco este de la cordillera oriental en la dirección noreste; presentan un paisaje montañoso medio, serranías relativamente dominantes, con presencia de valles profundos y amplios con terrazas, en los que las elevaciones varían desde los 1.700 m hasta próximos a los 1.900 m y agudas en algunos sectores con zonas de alta pendiente. Presentandose serranías medias con laderas moderadas a fuertemente empinadas las que se van perfilando hasta 2.300 m en los picos extremos; las serranías en su forma más amplia son atravesadas por el río (arroyo) Chiriuno.

3. 3. Suelos

En la región del Madidi, según la OEA (2000) indican que; los suelos en general son pobres en nutrientes, debido a la naturaleza litológica, la meteorización química fuerte (causada por altas temperaturas y elevada humedad) y el lavado de nutrientes (altas precipitaciones). En estas condiciones, la fertilidad del suelo está ligada al ciclo orgánico, el aporte es constante de hojarasca que se transforma en humus. Su descomposición es rápida, sólo queda una delgada capa de humus relativamente rica en nutrientes y siendo las unidades fisiográficas poco disectadas, los suelos son moderadamente drenados.

Los suelos de las planicies altas, tienen buen drenaje, una fertilidad baja y pueden desarrollar niveles tóxicos de aluminio en los ecosistemas lluviosos de montañas de los Yungas donde las especies están adaptadas a extremas condiciones de escasez en nutrientes y se autoabastecen de las materias orgánicas que necesitan (Gerold, 2003).

Para la zona de estudio (Anexo 3) y de acuerdo al análisis de los datos físico-químicos de los suelos realizados para las serranías de Peñalito-Chiriuno (1.750 a

2.300 m), en cada Parcela Temporal de Muestreo (PTM); se pudo establecer en cuanto a la textura; una variación entre franco arcillo-limoso a arcilloso; así mismo por el pH corresponde a suelos moderadamente ácidos (4.7 a 3.9), la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), referido al estatus de la fertilidad de suelo es bajo (13 a 3.3 meq/100gr), de acuerdo a Dimanche (1999), el fósforo disponible (Pd), corresponde a suelos de bajo contenido (1.5 a 2.9 ppm), la materia orgánica relativamente es alta (2.5 a 14 %), además esta última mantiene una alta correlación positiva con la altitud (Canqui *et al.* 2004); características edáficas similares a los encontrados en los diferentes gradientes altitudinales (1.700-3.400 m) del PN-Cotapata (Bach *et al.* 2003).

3. 4. Hidrografía

El río Madidi como contribuyente de los ríos Madeira y Amazonas (Kessler & Beck, 2001); es el de mayor actividad del norte y el centro de la llanura; cuyo arrastre de sedimentos desde una importante superficie de serranías parece haber desarrollado un extenso abanico aluvial antiguo entre los Ríos Madidi y Heath. En la región de la cordillera y subandino, los ríos se distinguen por su carácter torrencioso y por inesperados aumentos de caudal luego de intensas lluvias en sus cabeceras y corriente abajo en el llano, su régimen es tranquilo (OEA, 2000).

3. 5. Clima

Debido al amplio rango altitudinal del Área Protegida (AP); presenta una diversidad de ecoregiones. La precipitación anual fluctúa alrededor de los 700 mm en las zonas altas y valles secos, 1.800 mm en la llanura estacional, alcanzando niveles extraordinarios de pluviosidad (5.000 mm) en las serranías pluviales del Subandino (MDSP & SNAP, 2002).

Killeen *et al.* (1993); indican que el clima en los bosques Yungueños en general son húmedos a subhúmedos. Las variaciones diurnas estimadas en los bosques

Yungueños del Neotropico, aumentan aproximadamente 10 °C en zonas bajas y húmedas hasta más de 35 °C en las zonas más altas y áridas. La variabilidad anual de la temperatura media aumenta unos 4 °C en el norte hasta 11° C a 12 °C en el sur. En verano normalmente no hay heladas por debajo de 3.500 m mientras que en invierno las heladas nocturnas pueden llegar hasta 500 m de elevación (Kessler & Beck, 2001).

El área de estudio, por la falta e inexistencia de estaciones meteorológicas no han permitido definir con precisión el clima; sin embargo de acuerdo a estimaciones en el mapa de precipitación de Müller *et al.* (2002), se encuentra entre las isoyetas 1.800 a 1.900 mm; con una precipitación anual promedio de 2.500 mm, correspondiendo a las isotermas entre 22 °C a 24 °C; presentando de 1.5 a 2 meses áridos al año.

3. 6. Vegetación y biogeografía

La flora para la región del Madidi desde el informe del RAP (1991), identificó cerca de 1.200 spp., (Foster & Gentry, 1991a, 1991b) y actualmente las colecciones hechas en la región del Madidi; forman parte de la base de datos TROPICOS, de las que el 20 % serán nuevos registros para la flora de Bolivia y el 5 % serán especies nuevas para la ciencia (Proyecto Madidi, 2005).

Jørgensen *et al.* (2005) indican que; a través del proyecto; “Inventario florístico de la Región del Madidi”, se tienen hasta el momento: 23.515 colecciones, que corresponden a muestras de 212 familias, 1.361 géneros y 4.003 especies y de acuerdo a estimaciones de diversidad como Chao (1984); el área inventariada podría contener alrededor de 6.400 especies, siendo el 62 % de esta realizada. Las colecciones en el PN-ANMI Madidi corresponden a 15.494; de las que se registraron 2.741 especies.

De acuerdo a Araujo & Cuellar (2003); el PN y ANMI-Madidi posee una variedad de formaciones vegetales y según las ecoregiones, están conformados desde; la

Vegetación Alto Andina (pisos Nival y Subnival), Cerrado Paceño, Bosques Secos Interandinos, Bosques Amazonicos: Preandinos, Subandinos y los Yungas. Los mismos, realizarón estimaciones que cuantifican la cobertura potencial y su estado de conservación de la representación vegetacional, en el Cuadro 2; donde los Yungas cubren aproximadamente 55.556,37 km² (35 %) en las APs de Bolivia. El PN-ANMI Madidi, abarcan aproximadamente 7.933,71 km² (42 %), mencionan también que los bosques con palmera y laurel (*Dictyocaryum lamarckianum* y *Nectandra laurel*) son uno de los mayores y mejor representados en esta y en las APs del país.

Cuadro 2. Representación aproximada de los bosques nativos andinos en la ecoregión de los Yungas (Vegetación potencial y bien conservada) en el PN-ANMI Madidi.

TIPOS DE BOSQUE	Superficie de la vegetación (18.500. 31 km ²)			
	potencial natural		bien conservada	
	km ²	(%)	km ²	(%)
• Bosque con palmera y laurel (<i>Dictyocaryum lamarckianum</i> y <i>Nectandra laurel</i>).	4.377	(23.4)	4.377	(23.4)
• Bosque mixto con pino y huaycha (<i>Prumnopitys harmsiana</i> y <i>Weinmannia pinnata</i>).	1.784	(9.6)	1.719	(9.2)
• Bosque mixto con nogal (<i>Junglans boliviana</i>).	1.504	(8.1)	1.403	(7.5)
• Bosque mixto con colo (<i>Schinopsis brasiliensis</i>).	1.437	(7.7)	1.204	(6.4)
• Bosque de kequiña (<i>Polylepis racemosa spp triacontandra</i>).	348	(1.9)	309	(1.6)
• Marorrrales y bosques con thola, kiswara, kewiñas y otros (<i>Baccharis spp. Buddleja coriaceae, Polylepis spp.</i>).	161	(0.8)	122	(0.7)
• Bosque de kewiña (<i>Polylepis pepeii</i>).	12	(0.06)	6	(0.03)
TOTAL	9.662	(51.5%)	9.140	(48.9%)

Fuente: Ibisch P. & G. Merida (eds.) (2003).

Las formaciones vegetacionales del área de estudio corresponden (Araujo & Cuellar, 2003): a la ecoregión de Yungas, además para Navarro (2002) y Navarro *et al.* (2004) los Yungas Montanos, corresponden a la serie; provincia bosques pluviales montanos de los Yungas del Beni.

La zona de estudio, de acuerdo a Fuentes (2005) indica que; corresponde a la Región Biogeográfica Andina que ocupan un amplio rango altitudinal y climático con zonas de confrontación con la vegetación de las tierras de la amazonía, siendo difícil separarlas, distinguiéndose el bosque Yungueño Montano Pluvial.

Este bosque presenta las características del piso montano inferior (Navarro, 2002), con bioclima pluvial que se desarrolla en laderas húmedas entre los 1.900-2.100 m hasta 2.300-2.400 m; por la proximidad del sitio evaluado Chiriuno; presenta una estructura de bosque bajo, con dosel entre 6-8 m y emergentes de 12-15 m. con una diversidad media (51 spp. / 0.1 ha) en las laderas y en los fondos de valles la altura de dosel puede alcanzar los 25 m.

Presentan la mayor diversidad las familias; Melastomataceae, Lauraceae, y Rubiaceae con especies dominantes; *Alchornea triplinervia var boliviana*, *Ilex sp.*, *Clusia multiflora*, *Myrsine coriacea* y *Nectandra cuspidata*, en el sotobosque es frecuente la presencia de la Bromeliaceae *Guzmania marantoidea*, encontrándose en los bordes de los bosques, arbustales preforestales (*Morella pubescens*, *Chusquea sp.* y Asteraceas) y en la transición hacia las sabanas se presentan los matorrales dominados por *Pteridium arachnoideum* (helecho pirófito).

IV. MATERIALES Y METODOS

4. 1. MATERIALES

4. 1. 1. De campo

Cuaderno registro de colectas	Altímetro
Planillas de campo / tablero	Wincha 50m / flexómetro
Herborizadores	Cinta diamétrica
Papel periódico y cartones	GPS (Garmin XL12)
Lápiz indeleble /marcadores	Brújula
Bolsas nylon para recolección	Clinómetro
Machete / cortaplumas	Lupa
Tijera podadora / pico de loro	Binocular
Secadora / soporte y frisas térmicas	Alcohol
Cintas flagen de colores	Trepadores de media luna

4. 1. 2. De gabinete:

Material de escritorio.	Material bibliográfico
Carta topográfica ESC 1:10.000 del IGM	Computadora y diskets.

4. 2. MÉTODOS

4. 2. 1. Sitios de instalación de las Parcelas Temporales de Muestreo (PTMs)

El área del estudio se determinó con ayuda del Mapa preliminar de vegetación (PN-ANMI Madidi 2002), en las serranías de Peñalito y que comprenden el trayecto Apolo – San José de Uchupiamonas que se encuentra dentro del ANMI-Madidi, en el cantón de Atén de la Primera Sección de la provincia Franz Tamayo (SNAP, 2001; CARE, 2002). Las vías de acceso, están conformados por 2 caminos secundarios, que partiendo de la localidad de Machua dista aproximadamente 80 km; es la mejor vía y la otra es por la localidad de San José de Uchupiamonas, su acceso es mucho más difícil (Figura 3).

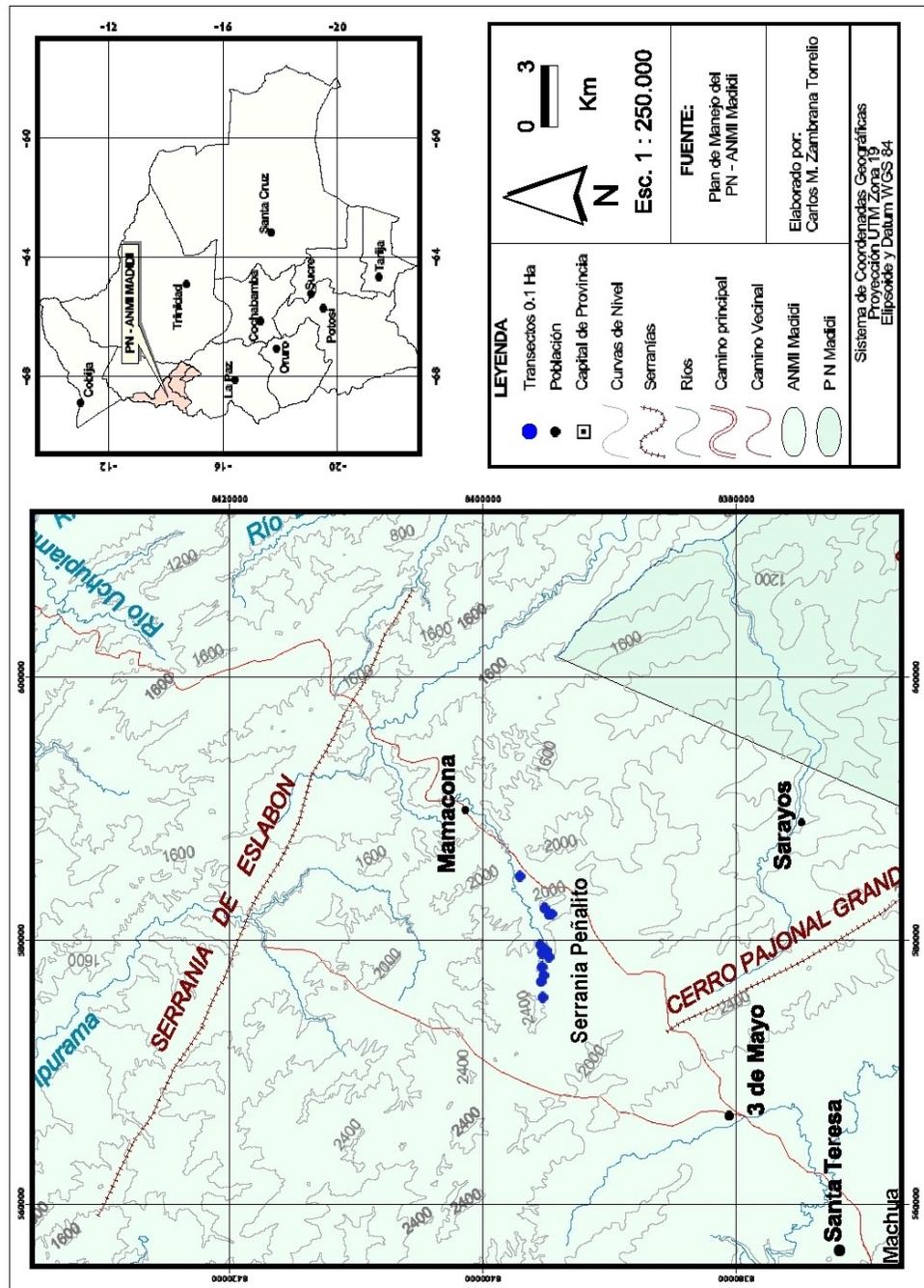


Figura 3. Mapa de la zona de estudio, Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado Madidi (PN - ANMI Madidi) Serranía de Peñalito

Se instalaron 9 parcelas tipo Gentry de 0.1 ha cada parcela, modificados (100 m x 10 m); a las unidades muestrales, que en adelante denominamos **Parcelas Temporales de Muestreo (PTMs)**, han sido dispuestos (preferencialmente) considerando la representación y homogeneidad fisonómica del bosque, como por el grado de accesibilidad a los sitios de investigación ya que han sido difícilmente accesibles, factor determinante; en un área aproximada de 350 ha.

Las PTMs se distribuyeron bajo el sistema de muestreo de parcelas múltiples y en función a dos rangos altitudinales que abarcan desde 1.700-1.900 m para los fondos de valle (4 PTMs) y de 1.900-2.100 m para las laderas de cerro (5 PTMs); para los cuales se estableció la posición geográfica con un GPS y la altitud con altímetro; en el Cuadro 3, se indica las características de instalación de las PTMs.

Cuadro 3. Localización y características de las 9 PTMs de estudio en la región de las Serranías de Peñalito ANMI-Madidi (E= Exposición u orientación de la pendiente mayor del área, P (%)= Pendiente en porcentaje).

PTMs	NOMBRE	POSICION GEOGRAFICA	ALTITUD (msnm)	TOPOGRAFIA	E	P (%)
P1	Plano Patiapo	14°29'05"S-68°12'55"W	1715	Fondo de valle	S-E	5
P2	Arroyo campamento	14°30'00"S-68°13'59"W	1850	Fondo de valle	S-W	10
P3	Chiriuno	14°29'55"S-68°13'59"W	1850	Fondo de valle	S-W	17
P4	Plano pie de Cerro	14°29'47"S-68°15'40"W	1910	Fondo de valle	N-W	8
P5	PPM-Sur	14°29'51"S-68°14'58"W	1936	Ladera	N-E	30
P6	Perfil Peñalito	14°29'44"S-68°15'03"W	1925-1970	Ladera	N-W	35
P7	PPM-Norte	14°29'55"S-68°15'10"W	2000	Ladera	N-E	25
P8	Curcural	14°29'40"S-68°14'49"W	2010	Ladera	N-E	20
P9	Cerro 1	14°29'43"S-68°15'26"W	2030	Ladera	N	40

4. 2. 2. Diseño y establecimiento de las Parcelas Temporales de Muestreo de los parcelas tipo Gentry de 0.1 ha con DAP \geq 2.5 cm.

Se utilizó la metodología propuesta por Gentry (1982b) y modificada por el Proyecto Madidi (2002), con parcelas de 0.1 ha (100 m x 10 m); que incluyen a los individuos con diámetro altura pecho DAP \geq 2.5 cm. El método de Gentry (1982b) se basa en transectos de 0.1 ha (1.000 m²), de 500 m x 2 m; ó divididas en subtransectos de 50

m x 2 m; continuos o separados, demostrando respecto al tamaño de 0.1 ha (1.000 m²), como su muestreo, corresponden a la función de distribución y regresión de la curva área-especie, originadas en las técnicas de muestreo rápidas (RAP, 1989) y experimentados por Gentry desde 1971 en Panamá.

La medición con 2.5 cm de DAP mínimo es justificado, porque existe una gran cantidad de especies que no llegan a alcanzar los 10 cm de DAP que postulan a otros métodos, además existe una gran cantidad de especies arbustivas típicas del sotobosque, una alta predominancia de lianas, hemiepipfitas y hierbas caulinares de diámetros menores que son incluidas en esta metodología de evaluación.

También el mismo autor establece la mayor eficiencia de las parcelas, al permitir obtener muestras, para establecer comparaciones entre-sitios de alta diversidad y composición florística, siendo justificadas, respecto al muestreo estándar de parcelas permanentes de muestreo (PPM 1 ha; DAP \geq 10 cm.), por el bajo costo respecto al tiempo, es relativamente la manera más rápida de caracterizar una muestra representativa en bosques de alta diversidad, resultado eficaz la técnica (Gentry *et al.* 2002; Phillips *et al.* 2003).

En cada unidad de muestreo ó PTM (Figura 4), se tendió una línea central de 100 m, determinándose el rumbo o azimuth con una brújula, mas o menos paralela a las curvas de nivel y perpendicular a la pendiente del terreno, las que fueron divididas en 10 segmentos, realizando marcaciones cada 10 m, las que se resaltaron con cintas de colores (flagen). A partir de está, se trazaron líneas perpendiculares con las que demarcaron subparcelas de 10 m x 10 m; para un mejor control, se avanzó estableciendo números del 1 al 10 por la derecha (d) y con la misma numeración a la izquierda (i).

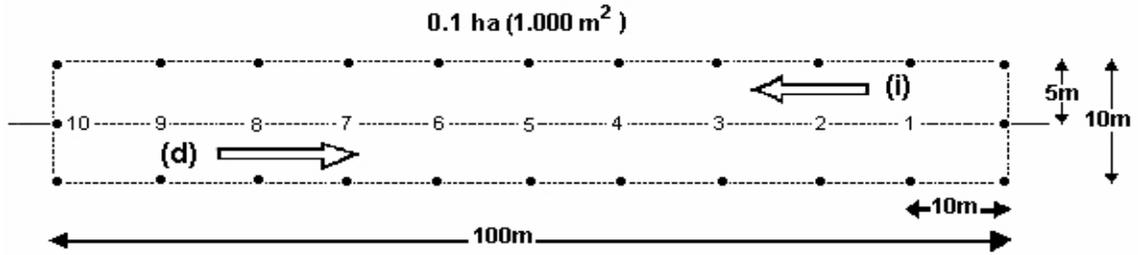


Figura 4. Diseño de las Parcelas Temporales de Muestreo y las subparcelas tipo Gentry de 0.1 ha modificadas.

4. 2. 3. Toma de datos

En las PTMs, se evaluaron todos aquellos individuos (árboles, arbustos, lianas o bejucos) medidos directamente con cinta diamétrica, a la altura del pecho DAP ≥ 2.5 cm a 1.30 m del suelo (Figura 5), se tomaron en cuenta siempre y cuando más de la mitad de su área basal se encontrara dentro de la unidad de muestreo.

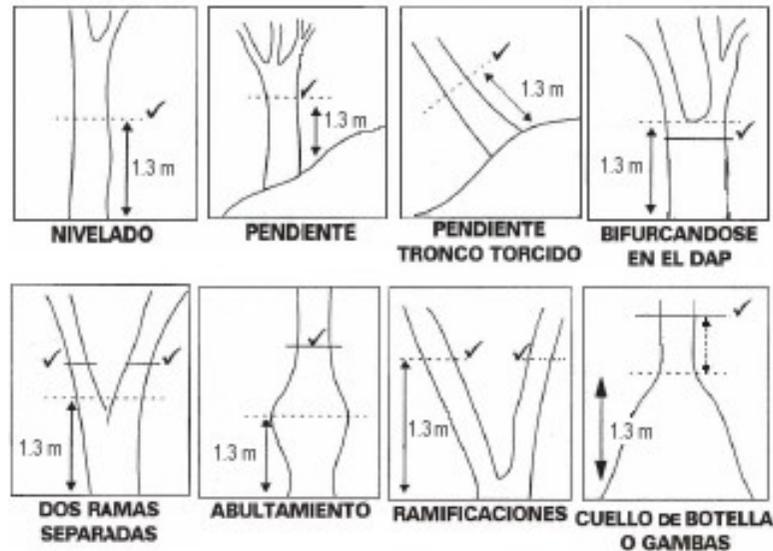


Figura 5. Medición del diámetro altura pecho (DAP) bajo diferentes características y situaciones de los tallos.

Se estimó en forma visual la altura total considerando desde la base del espécimen hasta el extremo final y la altura de fuste desde la base del árbol, hasta la primera

bifurcación o ramificación significativa; cuando este presentó DAP ≥ 10 cm, además se consideró las formas de vida (mencionadas anteriormente); registrándose en planillas diseñadas para este efecto.

El registro de las colectas en los cuadernos de campo es de vital importancia para la identificación de las especies; las que se basaron en técnicas de campo descritas por el Herbario Nacional de Bolivia, como del Missouri Botanical Garden.

Para las planillas de campo se consideraron además datos de importancia como:

- Número de subparcela
- Número de colección
- Nombre común o nombre asignado para trabajar
- Familia botánica
- Nombre científico
- Estado fenológico
- Observaciones de campo (altitud, pendiente %, exposición, topografía, etc)
- Características de las flores, frutos, corteza externa, interna: textura, color, presencia de látex, resina, etc (Cuaderno de campo)

4. 2. 4. Colecta de muestras

Se colectaron todas las especies presentes en las PTMs, cuando fue necesario se utilizaron las tijeras telescópicas (pico de loro) y trepadores de media luna para acceder a las ramas más altas de los árboles, en general de la siguiente manera:

- Se colectaron cuatro ejemplares de los individuos estériles y ocho duplicados de aquellos especímenes que estuvieron con flores y/o frutos.
- El material colectado se colocó en bolsas plásticas, posteriormente se acomodaron en papel periódico para su prensado y secado.
- El material que no se seco en el campo, se alcoholizó (75 % alcohol y 25 % agua) para una mejor preservación en el campo y se llevó a la secadora del herbario.

4. 2. 5. Identificación taxonómica

La primera etapa fue identificar las familias, géneros o especies con la utilización de las claves dicotómicas de Killeen *et al.* (1993), Gentry (1993); la revisión de material

referente a especies, géneros de otros autores y una comparación y revisión de la colección botánica del Herbario Nacional de Bolivia.

Con los especímenes que no se pudieron identificar, se trabajó hasta igualar a morfoespecies, consecutivamente a la identificación del material botánico se realizó con la ayuda del personal del Proyecto Madidi, finalmente por especialistas en el Missouri Botanical Garden. Los datos de registro se tienen incorporados en la base de datos TROPICOS, al que se pueden acceder por internet: <<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>>.

Los duplicados de las colectas fueron depositados en el Herbario Nacional de Bolivia (HNB) y distribuidos a los Herbarios del Missouri Botanical Garden (MO), el Real Jardín Botánico de Madrid (MA) y el Herbario del Oriente Boliviano (USZ), como al Herbario Martín Cárdenas (BOLV) de Cochabamba.

4. 2. 6. Muestreo de Suelos

Se tomó una muestra de suelo de 1 kg, por cada PTM, (previamente se realizó fraccionamiento por muestreo, retirando la capa de hojarasca) a una profundidad entre 20 a 40 cm (Proyecto Madidi, 2003; Gordon & Finegan, 2005). Estas muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Calidad Ambiental del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés en La Paz. El análisis contiene los parámetros físicos químicos principales (textura, pH, conductividad eléctrica, cationes intercambiables, materia orgánica, contenido total de elementos y color).

4. 2. 7. Procesamiento de datos

Los datos de campo se transcribieron a una planilla electrónica de excel, en la que se depuró y uniformizó, el mismo consistió en una revisión y comparación con la planilla de campo, corrigiendo la escritura de nombres científicos, familias y datos numéricos, en las hojas sucesivas, hasta las actualizaciones finales de las identificaciones.

4. 2. 8. Análisis de datos

Una vez transcritos, uniformizados y actualizados los datos se procedió a su evaluación cuantitativa y cualitativa (presencia-ausencia) a través de los siguientes atributos y variables:

4. 2. 8. 1. Composición florística

La composición es el conjunto de especies de organismos que componen el bosque, considerando la diversidad de especies en un ecosistema y micrositio, la cual se mide por su riqueza (cantidad de especies), representatividad (balance equitativo de las especies) y heterogeneidad (disimilitud entre riqueza y representatividad).

4. 2. 8. 2. Diversidad florística y Riqueza

La riqueza florística se determinó a través de la curva área-especies, la cual proporciona información sobre el incremento de las especies en superficies variables, expresa el número de especies por unidad de área (Lamprecht, 1990; BOLFORD *et al.* 2000).

Para graficar la diversidad florística de las especies, se complemento con:

i) Rango abundancia-especies

La diversidad florística se conoció a través de la curva individuos-especies, que considera el número de especies y su abundancia de cada una (Finegan, 1992) estas se puede graficar a través del rango-abundancia ó “curva de Whittaker”, gracias a la utilidad de los logaritmos, que permiten comparar entre muestras, los aspectos biológicamente importantes. El ancho o longitud como la forma de la pendiente, representan igualdad o dominancia; las colas sobre la ordenada x refleja el número de especies, y la heterogeneidad de la composición florística se puede establecer para comparaciones a escala espacial como temporal con lo que

probablemente se encuentren otras especies; siendo la parte horizontal de la curva las que representan un $n=1$ cuya presencia o ausencia pudo deberse al azar del muestreo (Magurran, 1988; Kent & Coker, 2000; Feinsinger, 2003).

Para complementar los análisis, se calcularon los índices de diversidad:

4. 2. 8. 2. 1. Índices de diversidad

Los índices de diversidad, para su mejor representación: se dividió en 2: diversidad alfa (α) y beta (β), con ésta última se estableció la influencia de los factores ambientales (abioticos):

a) Diversidad alfa (α)

La gran mayoría de métodos de la evaluación de diversidad se refieren a la diversidad dentro de las comunidades denominado alfa, los que están basados en la riqueza específica que se obtuvo en primera instancia a través de un censo de la comunidad y en la estructura de la comunidad, estos últimos se pueden dividir en función de la dominancia y la equidad (Moreno, 2001).

Para evaluar la diversidad florística se utilizaron los índices de diversidad que son los más recomendados y resumen la mayor información biológica (Krebs, 1978), como de: Shannon-Wiener (H), de uniformidad Pielou (J) y de predominio o dominancia (D_{inv}) Simpson (Odum 1978, cit. en Perez, 2002).

i) Índice de diversidad Shannon-Wiener (H)

El índice H , expresa el grado de diversidad de especies en una determinada área. Este permite calcular la suma de las probabilidades de las especies; toma valores entre 0 a 4, cuando los valores son cercanos a 4, indican sitios de alta diversidad, estandarizando proporcionalmente la abundancia de especies (Odum, 1978; cit. en Pérez, 2002; Cyberways and waterways, 2003).

$$H = \sum Pi \times \ln Pi$$

Donde H es el Índice de Shannon-Wiener; Pi es abundancia relativa y \ln es logaritmo natural base 10.

ii) Índice de Equidad Pielou (J)

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la diversidad máxima esperada. Su valor va de 0 a 1, lo último indica que todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

$$J = \frac{H}{H_{\max}}$$

Donde; H es el valor de Shannon-Wiener; H_{\max} es logaritmo de base 10 del número de especies.

iii) Índice de dominancia Simpson (D_{inv})

El Índice de Simpson, es inverso al concepto de equidad de la comunidad, ya que toma en cuenta las especies con mayor importancia sin considerar al resto de especies, varía entre 1 para muestras con una sola especie y cuando todas las especies tienen exactamente el mismo número de individuos (S), entonces es un poco más sensible a los cambios de igualdad (Krebs, 1978; Magurran, 1991; Feinsinger, 2003).

$$D = \sum (p)^2$$

Pudiendo calcularse como:

$$Dinv = \frac{1}{\sum (p)^2}$$

Donde; *Dinv* es índice de Simpson; *p* es la proporción de individuos en la iéima especie respecto al número total de individuos.

iv) Cociente de mezcla (QM)

El *QM* se expresa como el número de de especies respecto el número de individuos, el mismo proporciona superficialmente la intensidad de mezcla ya que dependen fuertemente del diámetro inferior de medición y el tamaño de la muestra (Lamprecht, 1990).

4. 2. 8. 3. Importancia ecológica de las taxa

Se comparó las especies, mediante coeficientes que combinan las variables como el área basal (*DOM*), la abundancia (*ABUN*) y frecuencia (*FREC*); que expresan el comportamiento de los atributos en las comunidades vegetales (Matteuci & Colma, 1982); se consideran principalmente la representividad (valores absolutos ≥ 150) de la importancia ecológica de las familias (*IVIF*) y especies (*IVI*).

4. 2. 8. 3. 1. Índice de importancia de familias (IVIF)

Para evaluar la importancia ecológica de las familias calculamos el índice de importancia de familia (*IVIF*) siendo similar en su patrón de cálculos al *IVI* de acuerdo con Mori & Boom (1983, cit. en Mari-Corba & Betancur, 1997); Boom (1986,1987, Balslev et al. 1987; cit. en Seidel, 1995).

$$IVIF = Ar + Dr + Divr$$

Donde; *IVIF* es el índice de importancia de famililas expresados por la sumatoria de; *Ar* y *Dr* que son la abundancia y la dominancia relativas respectivamente y *Divr* (*DIV REL*) es la diversidad relativa (No. especies de la familia / No. total de especies).

4. 2. 8. 3. 2. Índice de valor de importancia (Importance –Value-Index) (IVI)

Para conocer, comparar el “peso ecológico” de cada especie denominada también importancia ecológica (Lamprecht, 1990) y el nivel de adaptación de las especies se calculó mediante el Índice de Valor de Importancia (IVI), que se obtuvo al sumar los valores relativos de abundancia, dominancia y frecuencia; donde la suma de estos parámetros expresados relativamente debe ser igual a 300 y dividiendo entre 3 para expresarlo en porcentaje; formulado por Curtis & McIntosh (1951), Matteuci & Colma (1982).

$$IVI = Ar + Dr + Fr$$

La abundancia relativa ($Ar=ABUN REL$) es el número de individuos en porcentaje de cada especie respecto al número total de árboles. Es la variable más utilizada para describir el comportamiento de las especies. Las poblaciones vegetacionales, presentan una alta varianza y se puede conocer la densidad de una especie en una determinada superficie (Matteuci & Colma, 1982; BOLFOR *et al.* 2000).

La dominancia relativa ($Dr=DOM REL$) se expresa como el coeficiente del área basal (DOM) que es la superficie de una sección transversal del tronco de un árbol, por especie o familia (g) entre el área basal total del bosque (G) medida en porcentaje y responde a la fórmula siguiente:

$$Dr = \frac{g}{G \times 100}$$

Muy utilizadas en las evaluaciones forestales, junto a la altura y la densidad, dan un estimado del rendimiento de maderable de las especies, guarda correlación lineal con la cobertura (espacio ocupado) de la proyección de copa y no así con el fuste de los árboles (Hoheisel 1976; cit. en Lamprecht, 1990; Finegan, 1992).

La frecuencia relativa ($Fr=FREC REL$) es la probabilidad de encontrar un atributo (uno o más individuos) en una unidad muestral o existencia o la falta de una especie en determinada subparcela y se mide en porcentaje. La frecuencia ($FREC$) indica la

primera idea de homogeneidad de un bosque (Lamprecht, 1990), la que está relacionada con el patrón de dispersión que tienen los individuos (Matteuci & Colma, 1982).

4. 2. 8. 4. Estructuras totales del bosque

El mismo está conformado por la estructura horizontal y la vertical:

4. 2. 8. 4. 1. Estructura Horizontal

La estructura horizontal de la vegetación se describió a partir del DAP ≥ 2.5 cm; considerando las distribuciones diamétricas, como la relación con las dominancias (*DOM*), citadas anteriormente y las abundancias agrupadas (*ABUN*), con una amplitud para el número de clases de 10 cm, para facilitar su comparación (Vargas, 1996).

4. 2. 8. 4. 2. Estructura Vertical

Por regla general se distinguió tres pisos o alturas de vuelo; menor a 1/3, entre 1/3 a 2/3 y mayor a 2/3, según la IUFRO (Leibundgut, 1958; cit. en Lamprecht, 1990) o cuatro estratos en base a la posición relativa de las copas; también con amplitud del número de clases cada 5 m (Vargas, 1996).

4. 2. 8. 5. Diversidad beta (β)

Denominado también diversidad entre habitats, (comunidades) es el grado de reemplazamiento de especies (Matteuci & Colma, 1982; Moreno, 2001) o cambio biótico a través de gradientes ambientales que se compararon en base a índices o coeficientes de similitud o disimilitud entre muestras a partir de datos cualitativos (presencia ausencia) o cuantitativos (abundancia, cobertura, etc), siendo el coeficiente de Sørensen el más utilizado.

También se utilizaron los métodos de clasificación y ordenación ecológica; como conglomerados (cluster) y ordenación a través del análisis de componentes principales (PCA) para confirmar la agrupación o separación de las parcelas como de las especies, de acuerdo a las subformaciones topográficas y el análisis de correspondencia canónica (CCA), para establecer el grado de influencia de las variables ambientales en las especies y las parcelas (Matteuci & Colma, 1982; McCune & Mefford, 1999; Kent & Cooker, 2000; Moreno, 2001; McCune & Grace, 2002); para los que utilizamos el software basado en análisis multivariado de ecología: PC-ORD © versión 4.27 desarrollado por McCune & Mefford (1995).

4. 2. 8. 5. 1. Similitud florística de la riqueza de especies

Para identificar las semejanzas existentes entre la vegetación de las PTMs, se analizó por medio del coeficiente de afinidad o índice de Sørensen (1948), el que considera la presencia-ausencia de las especies en cada una de ellas; los valores varían entre 0 a 1 y se puede expresar en porcentaje (Matteuci & Colma, 1982; Kent & Cooker, 2000; BOLFOR *et al.* 2000).

$$IS = \frac{(2 \times C)}{(A + B)} \times 100$$

Donde: *IS* es el Índice de Sørensen (1948), *A* y *B* es el número de especies encontradas en cada una de las comunidades y *C* es el número de especies presentes en ambas comunidades.

4. 2. 8. 5. 2. Similitud o disimilitud jerárquica de las parcelas temporales de muestreo

Para establecer dicha similitud o disimilitud jerárquico en y entre las 9 PTMs se utilizó análisis de conglomerados (aglomeración) ó cluster, analizados mediante el software de ecología: PC-ORD © versión 4.27. Es una técnica multivariante de clasificación matricial en función de las semejanzas, con el fin de agrupar las muestras según las similitudes al conjunto completo de individuos y a objetos que

tienen propiedades en común; con el procedimiento de conglomeración (cluster) que es una subdivisión sucesiva hasta formar grupos entre individuos que son dispuestas en base a los resultados de los coeficientes de similitud o disimilitud, maximizando el grado de semejanza, (serie computacional por el número de individuos) se puede distinguir en porcentaje y graficarse mediante cladogramas o dendrogramas (Matteucci & Colma, 1982; McCune & Mefford, 1999).

4. 2. 8. 5. 3. Relación estructural entre las parcelas y las especies

Las relaciones estructurales entre las parcelas y especies de cada subformación, fueron detectadas mediante el análisis de componentes principales (PCA) (Roig, 2005), también analizados mediante el software PC-ORD © versión 4.27. El método de ordenación (matrices); no suponen la discontinuidad entre habitats, son agrupadas en series ecológicas, obtienen la secuencia simple a partir de patrones complejos; asumiendo que existe una relación lineal de la abundancia de cada y entre especies, convirtiéndolas en variables no correlacionadas entre si (ortogonal), acumulando en pocos ejes (componente), expresado por escala de coeficientes donde el primero; eigenvectors (grado de correlación de cada especie con el eje principal) y el eigenvalues (suma de cuadrados de correlación); representan la proporción de la varianza relativa, que explican la contribución de cada componente y la variación total en los datos de las especies (Kent & Cooker, 2000; Moreno, 2001; McCune & Grace, 2002).

Es el método más frecuente para medir la diversidad beta, el PCA produce una gráfica biplano donde se ubican las comunidades y las especies, en la que están asociadas la diversidad alfa y beta, indica Greig & Smith (1983; cit. en Orozco, 1991; Romero-Saltos *et al.* 2001), permite una clara evaluación de las similitudes y diferencias entre los bosques estudiados fundamentados en la densidad o la abundancia, considerando la importancia ecológica como criterio de selección, siendo un análisis objetivo, más efectivo e imprescindible para evaluar el grado de similitud entre las comunidades de plantas.

4. 2. 8. 5. 4. Relación entre la diversidad beta y las variables ambientales

Para entender y detectar como la diversidad beta esta relacionada o es influenciada por las variables ambientales (Roig, 2005), en este caso los factores abióticos como la altitud, topografía, la exposición solar e inclinación del terreno se utilizó el análisis de correspondencia canónico (CCA).

El CCA, similar al anterior análisis en el tratamiento de datos, es el método de ordenación, más complejo y reciente software (CANOCO ter Braak 1988, PC-ORD 1999) que combina otros como el análisis de correspondencia (CA) o el promedio recíproco (RA) por un lado; integrando una segunda matriz evaluada y estandarizada (variables ambientales abioticas: la altitud, topografía, exposición solar e inclinación del terreno) luego, mediante correlación de pendientes y regresiones múltiples que facilitan la interpretación, de las relaciones significativas entre cada variable medioambiental y la distribución de la composición florística de las especies. Los mismos también son explicados por los ejes con los coeficientes de correlación relativas, eigenvectors y eigenvalue (estima la información retenida por cada factor), su representación gráfica es el biplano (Kent & Cooker, 2000; McCune & Grace, 2002).

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5. 1. Composición Florística

En las 9 PTMs (9.000 m²), cada una con 0.1 ha, se encontraron e identificaron 3.598 individuos con un DAP \geq 2.5 cm (399.8 \pm 113.5 indiv. / 0.1 ha); se registraron un total de 218 especies y morfoespecies (129 especies y 89 morfoespecies), distribuidos en 108 géneros, agrupados en 50 familias; de las que no se pudo identificar 10 individuos siendo considerados como indeterminados, encontrándose una nueva especie para la ciencia; *Dendropanax inequalipedunculatus* J. Wen & A. Fuentes (USZ, 2006) perteneciente a la familia Araliaceae y una Magnoliaceae, posible especie nueva; *Talauma* (*vel esp. nov.*) A. Fuentes (USZ, 2004).

Para un mejor análisis de resultados, de acuerdo a la metodología de la distribución de las parcelas temporales de muestreo se dividió, asumiendo la variación de los dos rangos altitudinales dentro las subformaciones topográficas: fondos de valle (1.700-1.900 m) con terrazas amplias y laderas (1.900-2.100 m) con pendientes moderadas; el detalle de las mismas se encuentran en el Anexo 4.

5. 1. 1. Composición Florística: fondos de valle

En las 4 PTMs (4.000 m²) cada uno de 0.1 ha, se encontraron e identificaron 1.586 individuos con un DAP \geq 2.5 cm (396.5 \pm 133 indiv. / 0.1 ha); se registraron un total de 164 especies y morfoespecies (96 especies y 68 morfoespecies), distribuidos en 85 géneros y 3 identificados hasta solo familia, agrupados en 42 familias (Cuadro 4); de las que no se pudo identificar 7 individuos (indeterminados).

La riqueza de las especies leñosa se distribuyeron en árboles y arbustos con 139 (84.8 %) especies, seguido por lianas con 12 (7.32 %) especies, los helechos arbóreos (Pteridofitas) como las palmeras presentaron 4 (2.5 %) especies cada una, las pinofitas 3 (1.8 %) y finalmente las chusquea o pastos gigantes con 2 (1.2 %) especies. De acuerdo al estimador de diversidad Chao-1(1984; cit. en Moreno, 2001) se estimó para esta subformación, la presencia de 240 especies.

Cuadro 4. Distribución en 4 PTMs (fondos de valle) de 0.1 ha del número (No): de individuos, familias, géneros y especies (\bar{X} = Media muestral; S_{\pm} = Desviación Standard).

PTM's (msnm)	No individuos	No familias	No géneros	No especies DAP \geq 2.5 cm	No especies DAP \geq 10 cm
P1-(1715)	384	31 (38.9)	50	74	38 (43)
P2-(1850)	279	26 (17.6)	46	62	30 (33)
P3-(1850)	306	31 (19.3)	51	81	39 (44)
P4-(1910)	617	29 (39.0)	41	60	32 (36)
TOTAL	1586	42	85	164	89
\bar{X}	396.5	29.2	47	69.3	34.7
S_{\pm}	133.2	2.36	4.55	10	3.83

Solo 15 familias y 115 especies se distribuyeron en todas las parcelas de fondos de valles (1.700-1.900 m); es decir fueron comunes en las 4 PTM; registrando 1.066 (67 %) individuos, entre las 5 familias con mayor abundancia de este grupo común están: Cyatheaceae (Pteridofitas) 228 (14 %), seguido por Melastomataceae 177 (11 %), Rubiaceae 138 (8.7 %); Monimiaceae y Chloranthaceae cada uno con 78 (5 %) individuos.

En los fondos de valles las 3 familias más diversas (Cuadro 5) fueron; Rubiaceae con 19 spp. agrupados en 8 géneros, es seguido muy de cerca por la familia Melastomataceae que agrupó 18 spp. y la familia Lauraceae con 16 spp. Asimismo los 2 géneros más abundantes y diversos fueron: *Miconia* con 164 individuos (9.4 %) y 14 spp., seguida de *Psychotria* con 44 (2.52 %) individuos y 6 especies.

El comportamiento de las 5 familias con mayor riqueza de especies; se observa en la Figura 6, las mismas presentaron incremento en sus especies hasta la P3 (1.850 m) luego disminuyen; Rubiaceae presentó el mayor número de especies (12), en P2 (1.850 m), de donde disminuye a 4 spp. en P4 (1.910 m), por el contrario la familia Myrtaceae disminuye de riqueza; en P1 (1.715 m) con 8 spp., pasando a 3 en P4 (1.910 m). Mientras Lauraceae se mantiene con 7 spp. a lo largo del gradiente exceptuando en P2, donde disminuye a solo 2 especies.

Cuadro 5. Distribución de 10 familias y géneros más representativos con el número de especies en: Fondos de Valle (1.700-1.900 m) y Laderas (1.900-2.100 m) de las serranías de Peñalito (ANMI-Madidi).

FAMILIAS y GÉNEROS	P1	P2	P3	P4	VALLE	FAMILIAS y GÉNEROS	P5	P6	P7	P8	P9	LADERA	AMBOS
Melastomataceae						Melastomataceae							
<i>Miconia, Meriania, Graffenrieda</i>	6	8	11	6	18	<i>Miconia, Meriania, Elakea</i>	9	9	6	8	6	17	23
Lauraceae						Lauraceae							
<i>Amba, Nectandra, Ocotea</i>	7	2	7	7	16	<i>Nectandra, Beilschmiedia, Aruba</i>	5	9	8	8	4	14	22
Rubiaceae						Rubiaceae							
<i>Psychotria, Faramea, Elaeagia</i>	11	7	12	4	19	<i>Psychotria, Rudgea, Ladenbergia</i>	4	5	4	3	3	7	22
Euphorbiaceae						Euphorbiaceae							
<i>Alchornea, Richeria, Croton</i>	2	5	7	2	11	<i>Alchornea, Richeria, Hieronyma</i>	4	6	4	2	1	7	14
Myrtaceae						Myrtaceae							
<i>Myrcia, Calyptrotrichos, Eugenia</i>	8	3	2	3	11	<i>Myrcia, Myrciaria, Eugenia</i>	4	2	2	2	2	4	12
Asteraceae						Asteraceae							
<i>Mendezia, Mutisia, Makama</i>	1	1	2	3	5	<i>Crotolopsis, Makama, Lessingianthus</i>	2	3	1	1	1	5	9
Clusiaceae						Clusiaceae							
<i>Vismia, Clusia, Chrysoclamys</i>	2	2	2	-	4	<i>Clusia, Vismia</i>	3	1	2	2	2	4	7
Moraceae						Moraceae							
<i>Helicostylis, Ficus, Perebea</i>	3	3	4	3	6	<i>Helicostylis, Ficus</i>	2	1	-	1	-	3	7
Piperaceae						Piperaceae							
<i>Piper</i>	1	-	1	3	4	<i>Piper</i>	-	1	1	-	-	2	6
Monimiaceae						Monimiaceae							
<i>Mollinedia, Sparurea</i>	2	3	3	3	4	<i>Sparurea, Mollinedia</i>	3	1	-	-	-	3	5
SUBTOTAL (10)	43	34	51	34	98	SUBTOTAL (10)	36	38	28	27	19	66	127
OTROS (32)	31	28	30	26	66	OTROS (32)	27	24	23	20	17	51	91
TOTAL (42)	74	62	81	60	164	TOTAL (42)	63	62	51	47	36	117	218

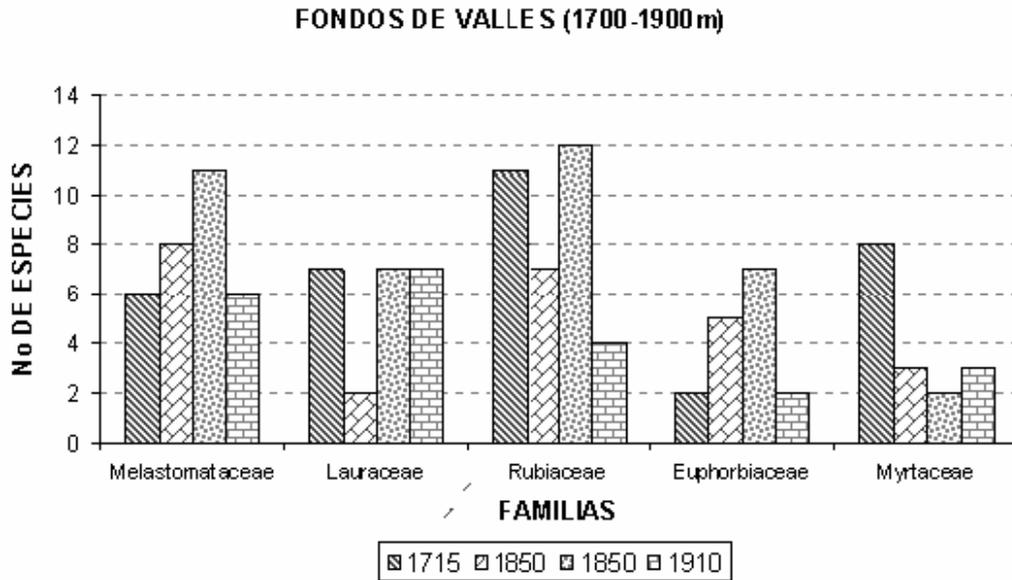


Figura 6. Distribución de las 5 familias más diversas en especies de fondos de valle (1.700-1.900 m) en las Serranías de Peñalito (No=número).

Mientras que las familias registradas con un individuo, en total representaron el 0.3 % y fueron: Actinidaceae, Boraginaceae, Malpighiaceae, Flacourtiaceae y Vitaceae (Anexo 4). Sin embargo la familia Poaceae registró en P4 (1.910 m) la mayor cantidad de individuos 255 (16 %).

En la evaluación realizada en una Parcela Permanente de Muestreo (PPM de 1 ha DAP \geq 10 cm) considerando además el gradiente altitudinal (1.850-2.000 m); en Chiriuno (Bascope, 2004), establece que las familias con mayor riqueza y abundancia fueron; Lauraceae (18 spp. con 132 individuos), Melastomatacea (7 spp. con 6 individuos), Euphorbiaceae (6 spp. con 129 individuos); el presente estudio coincide en el orden de riqueza de la familia; Melastomataceae ya que se registró 18 spp. y 177 individuos, además Boyle (1996) sostiene que la metodología permite incluir en estas formaciones boscosas la mayor cantidad de especies de la familia Melastomataceae y Gentry *et al.* (2002), aún van mas allá e indican que la metodología permite incluir una mayor diversidad en general.

Asimismo en la PPM de Mamacona a 1.600 m, (Cabrera, 2004) registró entre las familias más abundantes a Arecaceae, Euphorbiaceae y Cyatheaceae (Pteridophyta); por lo que este bosque estudiado corresponde a otra formación ya que existe una fuerte variación con el presente estudio y el realizado por Bascope (2004), frente a una comparación, la familia Arecaceae ocupó el décimo puesto de abundancia (Anexo 4) en el presente estudio.

Gentry (1988) y Gentry *et al.* (2001) en Sacramento (Valle del río Coroico-Bolivia a 2.380-2.450 m), registró una composición y diversidad donde el orden de familias fueron; Melastomataceae (17 spp.), Rubiaceae (12 spp.) y Lauraceae (9 spp.); y las más abundantes, (Euphorbiaceae, Melastomataceae y Rubiaceae con 63, 63 y 42 individuos respectivamente) con las especies abundantes; *Alchornea pearcei* (47), *Hedyosmum racemosum* (31) y *Weinmannia* (28), aunque diferentes cuantitativamente, muy similares al presente estudio, corroborando el mismo.

Al comparar la gran cantidad de sitios evaluados y documentados (11 sitios en la formación montana) por Gentry (1982, 1985, 1988), como evaluaciones realizadas por Boyle (1996) (36 sitios); bajo similar metodología (DAP \geq 2.5 cm / 0.1 ha) con representación en la mayoría de los bosques del Neotrópico, presentaron a las familias; Rubiaceae, Melastomataceae, Moraceae y Asteraceae consideradas por Gentry (1995) como las familias andinas más diversas, que se aproximan considerablemente al presente estudio (Cuadro 6).

Cuadro 6. Las 5 familias andinas más importantes en el Neotropico con riqueza de especies DAP \geq 2.5cm/0.1ha; (Parcelas en: A-C=Alto Cuevas, L-C=La Planada y F-C=Farallones de Cali (Colombia); Ch-P=Chirinos y V-P =Venceremos (Perú) y (P3, P6-B=Bolivia) del presente estudio).

FAMILIAS ANDINAS	A-C (1710m)	Ch-P (1750m)	L-C (1800m)	P3-B (1850m)	V-P (1850m)	P6-B (1945m)	F-C (1950m)
Lauraceae	5	13	5	7	29	9	12
Melastomataceae	6	2	10	11	7	9	10
Rubiaceae	10	10	8	12	20	5	10
Moraceae	7	3	10	4	8	1	7
Asteraceae	3	7	2	2	4	3	1

Fuente: extraído de Gentry (1995)

El reporte de Vinicio-Patiño & Bussmann (2003?) para la Reserva de Tapichalaca (Colombia a 1.850 m) indica que la familia Rubiaceae presentó la mayor diversidad de 6 géneros, siendo similar su riqueza a la parcela situada a 1.850 m en el presente estudio; además la riqueza de géneros es seguida por Melastomataceae, Clusiaceae y Moraceae. La riqueza de las Rubiaceas según Taylor (2003), están asociadas a su dispersión usualmente realizadas por las aves, atraídas por la coloración de frutos carnosos, azules, purpuras y negros como el género *Palicourea*.

Las lianas en ésta subformación presentaron 35 (2.2 %) individuos (2.9 ± 1.7 indiv. / 0.1 ha), agrupándose en 9 familias de las cuales la mayor riqueza fue registrada para Asteraceae (4 spp.), las demás especies correspondieron a las familias Clusiaceae (hemiepífitas), Piperaceae, Fabaceae, Sapindaceae, Hippocrateaceae, Solanaceae, Malpighiaceae y Vitaceae.

Entre las morfoespecies y especies más abundantes están; *Mendezia sp.*, *Mutisia lanata* y *Salacia spectabilis*. El mayor número de especies (7) y la mayor abundancia 18 (1.1 %) se encontraron en P4 (1.910 m); sin embargo el menor número de especies (1) se registró en P2 (1.850 m) aunque fue relativamente abundante con 5 individuos (Anexo 4).

Son escasas las referencias completas para este grupo, al referirnos sobre riqueza y abundancia de lianas, el sitio similar e inmediato de la PPM Chiriuno, se reportó la presencia de lianas considerándolas menores al $DAP \geq 10$ cm, razón por la que no se evaluó, limitándose en estimar que; el 40 % de las especies arbóreas presentaron algún grado de infestación, resultados similares en abundancia (38 %) con menor diámetro basal, fueron encontrados en la PPM de Mamacona.

Para los sitios del Neotrópico Gentry (1988), consideró la riqueza como la abundancia de lianas, con grupos de hemiepífitos y estranguladoras; fluctuando entre 8 spp. y 22 individuos, en Las Joyas (México a 1.950 m), hasta 15 spp. y 37

individuos en Chirinos (Perú a 1.750 m), estos registros se asemejan al presente estudio de esta subformación.

5. 1. 2. Composición Florística: laderas

En las 5 PTMs (5.000 m²), cada uno de 0.1 ha, se encontraron e identificaron 2.012 individuos con un DAP \geq 2.5 cm (402.4 \pm 80.3 indiv. / 0.1 ha); registrándose un total de 117 especies (75 especies y 42 morfoespecies), distribuidos en 67 géneros y en 43 familias (Cuadro 7) y no se pudieron identificar 3 individuos (indeterminados).

Cuadro 7. Distribución en 5 PTMs (laderas) de 0.1 ha del número: de individuos, familias (abundancia relativa), géneros y especies (\bar{X} = Media muestral; S \pm = Desviación Standard).

PTM's (msnm)	No individuos	No familias	No géneros	No especies DAP \geq 2.5 cm	No especies DAP \geq 10 cm
P5-(1936)	397	33 (20)	27	63	29 (43)
P6-(1945)	288	29 (14)	45	62	34 (51)
P7-(2000)	345	26 (17)	35	51	22 (33)
P8-(2010)	499	25 (25)	33	47	22 (33)
P9-(2030)	483	23 (24)	27	36	15 (22)
Total	2012	43	67	117	67
\bar{X}	402.4	27.2	36.8	52	24.4
S \pm	80.3	3.9	6.82	11.21	6.53

La riqueza de las especies leñosa se distribuyeron en árboles y arbustos con 102 (87.0 %) especies, seguido por las lianas con 12 (10.3 %), presentando menores proporciones de chusqueas, helechos arbóreos y pinofitas, cada uno con una especie (0.85 %). En esta subformación se estimó, de acuerdo al estimador de diversidad Chao-1 (1984) la presencia de 153 especies.

Las familias comunes o presentes en la 5 PTM fueron 10, registrando 63 spp. con 1.406 (69.8 %) individuos. Entre las 5 familias con mayor abundancia se encuentran; Melastomatacea con 355 (17.6 %) individuos, seguido por Euphorbiaceae 331 (16 %), Lauracea 189 (9 %), Rubiaceae 173 (8.6 %) y Poaceae con 140 (7 %) individuos.

Asimismo en esta subformación, las 3 familias más diversas en especies (Cuadro 5) fueron; Melastomataceae (17), Lauraceae (14), Rubiaceae (7), esta última presentó 6 géneros, siendo la más diversa a este nivel. Los 2 géneros más abundantes y diversos fueron: *Miconia* con 14 spp. que acumuló 311 (15.46 %) individuos y *Nectandra* con 8 spp. y 128 (6.4 %) individuos.

La variación de 5 familias con mayor riqueza de especies, distribuidas en el laderas (1.900-2.100 m); se observa en la Figura 7; donde todas las familias tienden a decrecer en riqueza de especies y altitud. Por consiguiente las familias Melastomataceae y Lauracea; presentaron 9 spp. entre P5-P6 (1.936-1.945 m); aunque en P5 comenzó con 5 especies, aumentado en P7 y disminuyendo gradualmente en P8, hasta el final en P9 con 4 especies.

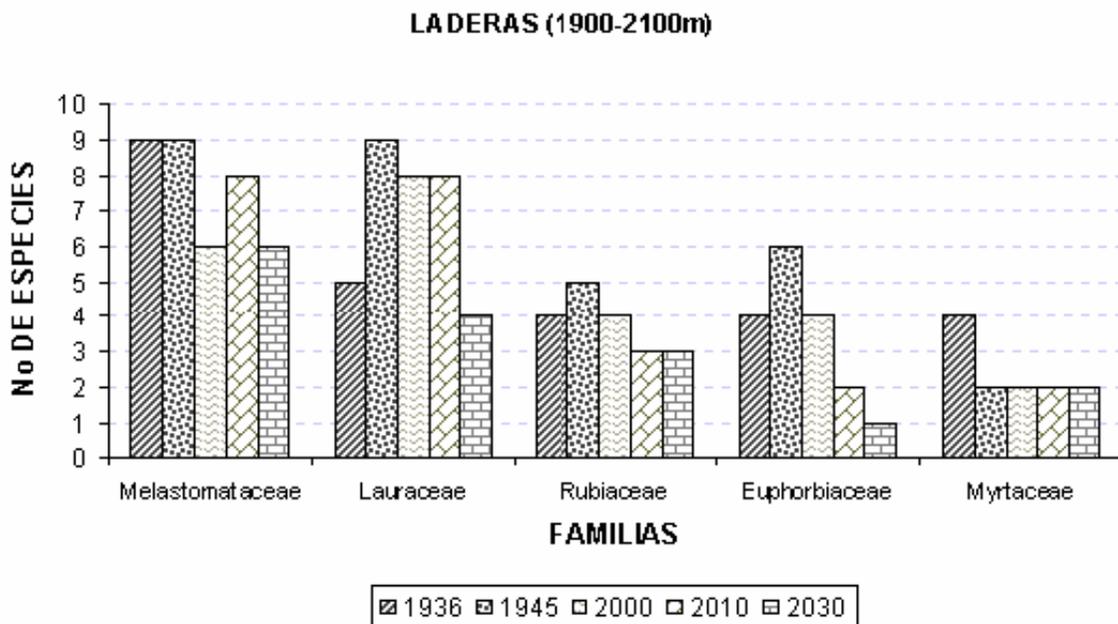


Figura 7. Distribución de las 5 familias más diversas en especies en laderas (1.900-2.100 m) de las Serranías de Peñalito (No=número).

Mientras que las familias con representación de al menos 1 individuo en alguna de las PTMs fueron; Solanaceae, Loranthaceae, Celastraceae, Brunelliaceae, que acumularon el 0.2 % de la abundancia total (Anexo 4).

La familia Melastomataceae mantiene la mayor diversidad con 17 spp. y frente a la subformación de los valles, éste disminuyó en una especie aunque 8 spp. fueron sustituidas, así mismo la familia Lauraceae disminuyó de riqueza en 2 spp. también remplazados con 8 spp. diferentes.

Considerando la PPM de Chiriuno (Bascopé 2004), instalada la longitud mayor en sentido favorable de la pendiente, con una variación aproximada en altitud de 150 m, no presentó similitud alguna en el orden ni en el número de especies por lo menos para las 5 primeras familias más diversas con la presente subformación en estudio.

La mayor abundancia de algunas familias es corroborada por Fuentes (2005) quién reportó las especies indicadoras de perturbaciones por deslizamiento de suelos en el PN-ANMIN Madidi como *Cavendishia bracteata* y *Chusquea spp.*, el predominio de la familia Melastomataceae (Gentry, 1992) mencionada para la región costera del Choco (Colombia); esta frecuentemente relacionada con el crecimiento secundario, siendo la especie *Miconia sp.*, asociada con la regeneración posterior a la perturbación del bosque, otra especie asociada potencialmente a la perturbación es *Croton sp.* (Euphorbiaceae) para el mismo sitio; lo que establece el comportamiento de esta familia como los géneros en las subformaciones del presente estudio.

Para los sitios del Neotrópico con variaciones similares a los encontrados (Cuadro 6), así la familia Melastomataceae es la segunda familia andina en riqueza de especies y con referencia a la altitud, se registró en los Farallones (Colombia a 1.950 m) 10 spp., sin embargo la misma está mejor representada en Incahuara (Bolivia a 1.540 m) donde alcanza 18 spp. (Gentry, 1988).

También en la reserva de Tapichalaca (Colombia a 2.000 m), se reportó (Vinicio-Patiño & Bussmann, 2003?) para esta familia, con la riqueza de 3 spp.; sin embargo prebalecen las Rubiaceae con 5 géneros, seguida por Lauraceae, Melastomataceae y Moraceae; en la Sierra de Manantlán (México entre 1.700-2.100 m) para las familias; Rubiaceae y Euphorbiaceae que ocuparon lugares intermedios (5%

aproximadamente) entre las 10 especies más diversas; siendo mejor representada en estos bosques la familia Asteraceae, (Vázquez & Givnish, 1998) y no se reportaron Melastomataceae ni Lauraceae.

Las lianas presentaron una abundancia de 32 (1.6 %) individuos (2.6 ± 1.5 indiv. / 0.1 ha), agrupándose en 7 familias, siendo la más diversa; Asteraceae (5 spp.) y Marcgraviaceae (2 spp.), las familias restantes con una sola especie fueron; Melastomataceae, Moraceae, Fabaceae, Malpighiaceae e Icacinaceae.

Entre las 3 especies de lianas más abundantes se encontraron a; *Critoniopsis boliviana*, *Asteraceae* sp. 1, *Mikania* sp.; registrándose en P6 (1.945 m) la mayor diversidad (7 spp.) y 15 (0.7 %) individuos, mientras que, el menor número (1) de especies y densidad, se registró en la P8 (Anexo 4).

En el Neotropico (Gentry, 1988) para las lianas; considerando la altitud como referente de la diversidad y abundancia, varían; desde Chiapas (México a 2.100 m) con una especie y un individuo, hasta PN-Carrillo (Costa Rica a 2.000 m) con 6 spp. y 8 individuos, la familia Asteraceae (*Mikania*) presentó alta diversidad, siendo a mayor altitud mejor representada en el presente estudio.

Las lianas y bejucos forman los hilos estructurales de los bosques tropicales primarios, con influencia en el reciclaje de nutrientes, la dinámica de claros asociado a la frecuencia de los derrumbes como una función importante, el microclima y la diversidad de sustentos para insectos, pájaros y mamíferos (Burnham, 2000); significativamente son abundantes y mayor en tierras firmes que en áreas inundadas, la secuencia de dominancia puede ser importante para el mantenimiento de la biodiversidad y la estabilidad del bosque; preservando las especies raras o endémicas (Nabe-Nielsen, 2000), por lo demás; los ciclos de reproducción, los ecológico, etc; son desconocidos para la mayoría de las especies nativas (Bussmann, 2005).

5. 2. DIVERSIDAD (α) Y RIQUEZA

5. 2. 1. Índices de diversidad: fondos de valle y laderas

La diversidad tanto para fondos de valle como para las laderas (Cuadro 8), expresado por medio del índice de diversidad Shannon-Weiner (H); indica los mayores valores de diversidad (3.74 y 3.61) para las primeras 3 PTMs (en ambas formaciones) siendo los mejores valores para los fondos de valle (P3) y laderas (P5) respectivamente están próximos y considerados alto para las regiones tropicales (3.83 a 5.85) de acuerdo a Knight (1975 cit. en Rabelo *et al.* 2002).

Asimismo se registraron los valores más bajos para las últimas PTMs de cada subformación (P4 y P9). De acuerdo al índice de equitabilidad (J) todas las parcelas fueron uniformes y proporcionales a la diversidad (H), acorde con UHL; Murphy, (1981 cit. en Rabelo *et al.* 2002).

Cuadro 8. Índices de diversidad, cociente de mezcla; en 1.700- 1.900 m (fondos de valle) y 1.900-2.100 m (laderas).

PTM's	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
	1715 m	1850 m	1850 m	1910 m	1936 m	1945 m	2000 m	2010 m	2030 m
	FONDOS DE VALLE				LADERAS				
Shannon-Weiner (H)	3.65	3.42	3.74	2.61	3.61	3.49	3.32	3.1	2.69
Pielou (J)	0.84	0.83	0.85	0.64	0.87	0.85	0.84	0.81	0.75
Simpson inv (D_{inv})	24.54	17.61	25.6	5.31	27.8	20.74	19.89	15.32	7.73
Cociente de mezcla (QM)	1:5	1:4	1:4	1:10	1:6	1:5	1:7	1:11	1:13

Además los índices de dominancia (D_{inv}); indican que las PTMs presentaron predominio de pocas especies, principalmente en P4 y P9, siendo más representativas en uno que en el otro sitio (Magurran, 1988).

Estos valores encontrados representan una alta diversidad comparados con la PPM en Mamacona (Cabrera, 2004), donde presentó un índice de diversidad (H) de 2.9, el de equitabilidad (J) de 0.62 y el de dominancia (D) 0.17; (valor último que no consideramos); aparentemente demuestran una aproximada diversidad y

equitabilidad al presente estudio, siendo el único trabajo y como referencia próxima de comparación ($DAP \geq 10$ cm).

Los sitios del Neotrópico evaluados por Gentry (1988) registraron los valores más altos para algunas parcelas de 0.1 ha como en; Venceremos (Perú a 1.850 m) $H=6.63$; en Colombia La Planada (1.800 m) $H=5.14$ y los Farallones de Cali (1.950 m) $H=6.48$. Posiblemente esto se deba a las diferencias metodológicas aplicadas por Gentry con respecto al presente estudio.

Estos índices estadísticos, de acuerdo a la teoría de la información (Feinsinger, 2003) y gracias a la utilidad de los logaritmos, reflejan la distribución de individuos entre las especies comunes y las moderadamente raras, representando una estimación del valor verdadero de la unidad de respuesta por lo que los valores altos de H como de D_{inv} denotan un mayor abundancia de individuos dando como resultado una mejor integridad ecológica.

El cociente de mezcla (QM) para los fondos de valle (Cuadro 8), varió entre 1:4 a 1:10 lo que significa que aparece una nueva especie por cada 4 y 10 individuos censados. Según Finol (1975, 1976; cit. en Lamprecht, 1990) estos valores registrados para las 3 primeras PTMs (P1, P2, P3); presentaron una alta heterogeneidad superando los valores para las zonas tropicales (1:7 a 1:9).

Mientras que en esta relación QM en las laderas, varió entre 1:5 a 1:13 donde las primeras 3 PTMs presentaron los mejores valores (1:5 a 1:7), considerados de alta heterogeneidad, lo que significa que, por cada 5, 6, 7 individuos censados; encontramos una nueva especie.

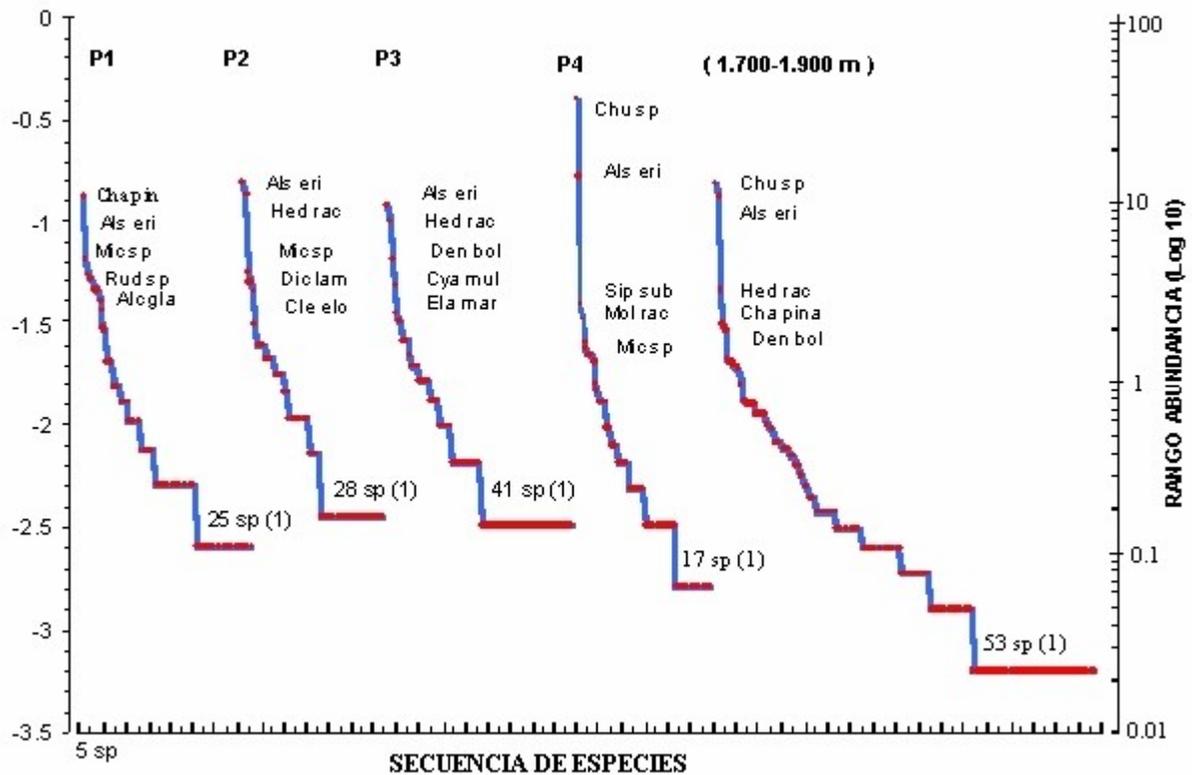
Los trabajos reportados para los sitios más próximos, en las PPMs de Chiriuno y Mamacona; donde los valores QM de 1:8.4 aparentemente han sido intermedios, ya que nuestros registros han sido influenciados por la diversidad encontrada en los individuos menores a $DAP \geq 10$ cm. Estos referentes de la heterogeneidad QM

guardan estrecha relación con las especies que se desarrollan en un bosque primario (Cahuaya, 2001)

5. 2. 2. Rango abundancia-especie: fondos de valle

La diversidad representada por el rango-abundancia de especies en esta subformación como entre las 4 PTMs de la Figura 8 indican; por la forma de las curvas, la dominancia numérica es casi la misma en todos los sitios exceptuando en la P4 (1.910 m) donde se presentaron especies con mayor abundancia (*Chusquea sp. 1*, *Alsophila erinacea* y *Siparuna subinodora*), aunque con la menor riqueza de especies raras (17 spp.), además se puede apreciar que en P3 (1.850 m) se presentó la mayor diversidad como igualdad, influenciada por la mayor presencia de especies raras (41 spp.) cuya presencia puede ser un azar del muestreo (Feinsinger, 2003).

La subformación adquiere una mejor equitabilidad entre especies asumiendo la mayor diversidad, la misma es influenciada por la presencia de especies raras (53); donde las especies indicadoras estarían representadas por al menos las primeras 5 especies, siendo estas: *Chusquea sp. 1*, *Alsophila erinacea*, *Hedyosmum racemosum*, *Chamaedorea pinnatifrons* y *Dendropanax inequalipedunculatus*, esta última registrada como una nueva especie para la ciencia.

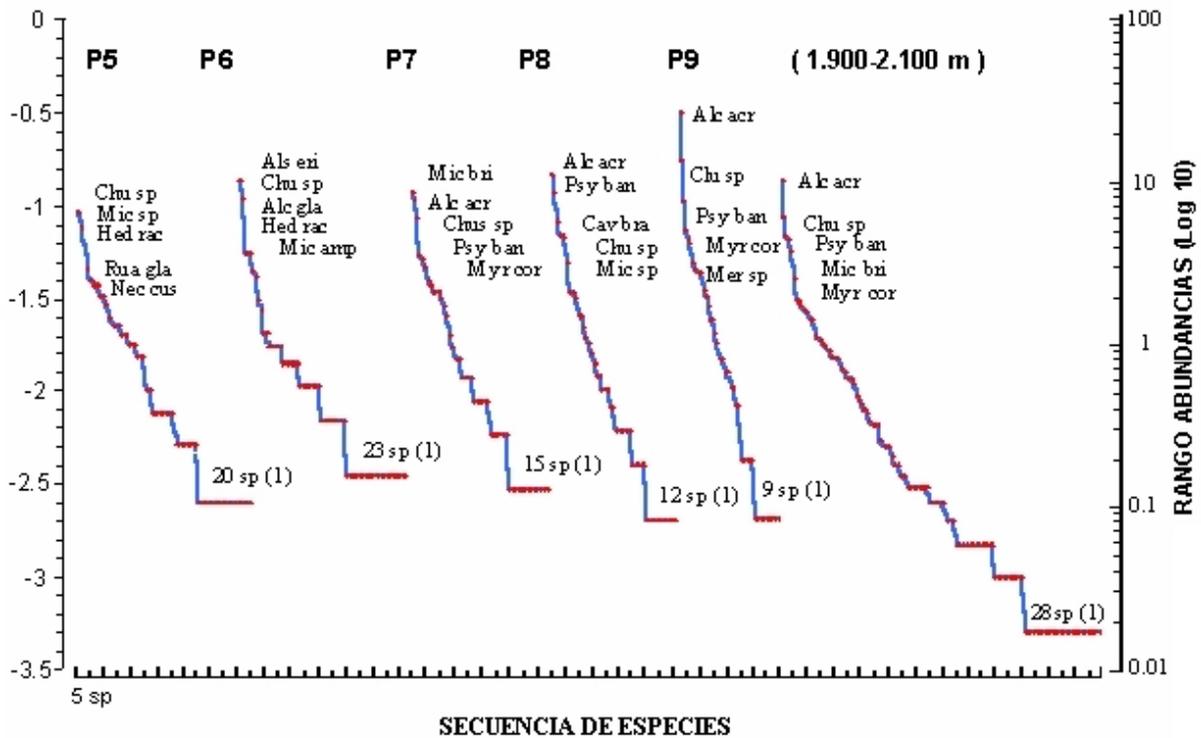


Donde: Cha pin=*Chamaedorea pinnatifrons*; Als eri=*Alsophila erinacea*, Mic sp=*Miconia sp. 7*, Rud sp=*Rudgea sp. 2*, Alc gla=*Alchornea glandulosa* Hed rac=*Hedyosmum racemosum*, Dic lam=*Dictyocaryum lamarckianum*, Cle elo=*Clethra elongata*, Den bol=*Dentropanax inequalipedunculatus*, Cya mul=*Cyathea multiflora*, Ela ma=*Elagia marie*, Chu sp=*Chusquea sp.* 1 Sip sub=*Siparuna subinodora*, Mol rac=*Mollinedia cf. racemosa*.

Figura 8. Rango abundancia (dominancia-diversidad) ordenadas de mayor a menor de 4 PTMs y la figura representativa de la subformación fondos de valle (1.700-1.900 m)

5. 2. 3. Rango abundancia-especie: laderas

La diversidad representada por el rango-abundancia de especies en esta subformación (5 PTMs); se presentan en la Figura 9; por la forma de las curvas se aprecia a P5 (1.936 m) presentar la mejor distribución equitativa de especies, mientras P9 (2.030 m) presenta un número reducido de especies raras (9 spp.), sin embargo presentó la mayor abundancia de al menos 2 especies; *Alchornea acroneura* (155) y *Clusia sp. 4* (36) en mayor proporción que en las demás PTMs.



Donde: Chu sp= *Chusquea* sp. 2, Mic sp=*Miconia* sp. 6, Hed rac=*Hedyosmum racemosum*, Rua gla=*Ruagea glabra*, Nec cs=*Nectandra cuspidata*, Als eri=*Alsophila erinacea*, Alc gla=*Alchornea glandulosa*, Mic amp=*Miconia ampla*, Mic bri=*Miconia brittonii*, Alc acr=*Alchornea acroneura*, Clu sp =*Clusia* sp. 4, *Psychotria bangii*, Myr cor=*Myrsine coriacea*, Mer sp=*Meriania* sp, Mol rac=*Mollinedia cf racemosa*.

Figura 9. Rango abundancia (dominancia-diversidad) ordenadas de mayor a menor de 5 PTMs y la figura representativa de la subformación laderas (1.900-2.100 m)

Esta subformación presenta una menor influencia, de las especies raras (28), así mismo las especies indicadoras serian representadas; por *Alchornea acroneura*, *Chusquea* sp. 2, *Psychotria bangii*, *Miconia brittonii* y *Myrsine coriacea*.

Realizando una comparación con la subformación de los valles se puede apreciar que las especies que mantienen una similar distribución en cuanto a la abundancia y entre al menos las primeras 5 especies es el género *Chusquea* aunque corresponde a 2 diferentes morfoespecies siendo común en ambas subformaciones *Chusquea* sp. 2, predominando en fondos de valle *Chusquea* sp. 1.

La mayor abundancia media expresada en las laderas frente a los fondos de valle aparentemente ha sido influenciada por las especies más abundantes en gran medida ya que una especie con determinado patrón aleatorio para las primeras etapas según la distribución de los propágulos, en la medida del incremento de la densidad de los individuos y cuya tendencia esta relacionada con la agregación de las plantas hijas alrededor de las madres (Matteucci & Colma, 1982); como ocurre con el género *Chusquea* (Poacea), como posiblemente de otras especies con patrones de distribución desconocidos.

Aunque, la abundancia de cualquier árbol en el bosque; aparentemente, no determina su capacidad reproductiva, también es importante la capacidad de la progenie de sobrevivir a los peligros durante el período de crecimiento y desarrollo inicial. Whitmore (1982 cit. en Wadsworth, 2000) postula que los bosques más ricos en especies son los que se están recuperando de una perturbación de grandes proporciones y que contienen especies pioneras y sucesoras; algunas se consideran continuas y facilitan la coexistencia de bosques maduros y de otras etapas, ésta es la hipótesis de la perturbación intermedia de Connell y Oriens (1964, Oriens 1982; cit. en Wadsworth, 2000).

El papel que juegan los depredadores en prevenir la dominancia de unas pocas especies (beneficiando, la coexistencia de otras) han sido bien demostrados por Janzen (1970a; cit. en Wadsworth, 2000), en los bosques tropicales de ambos hemisferios; sin embargo, pocos están dispuestos a considerar al componente animal como fuerza de selección poderosa en la evolución de las plantas.

5. 2. 4. Curva área-especie: fondos de valle y laderas

En la subformación fondos de valle (Figura 10), el número de especies se incrementó en un promedio de 30.3 especies por PTM, para un rango altitudinal de 195 m de diferencia; acumulándose hasta 166 especies (P4). Este incremento de

La curva se alcanzó en la P3 (1.850 m); que llega a acumular 145 especies siendo la parcela donde se registró el mayor número de especies (82).

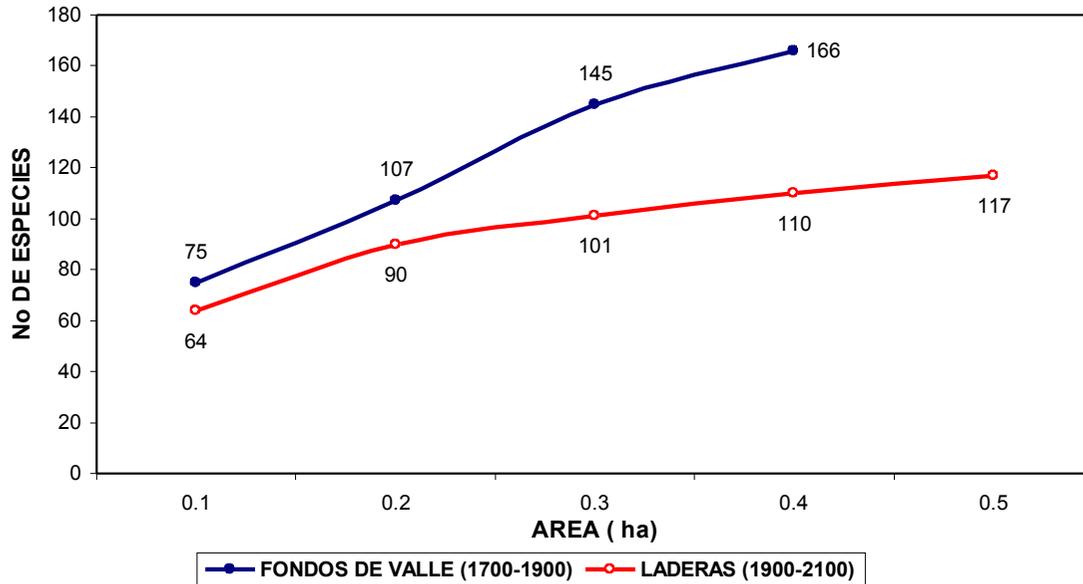


Figura 10. Curva área-especies en los fondos de valles y laderas de las Serranías de Peñalito.

En la misma figura para la subformación de las laderas, el número de especies se incrementó en un promedio de 13 especies por PTM a lo largo de la altitud (94 m de diferencia); acumulándose hasta 117 especies (P5). El punto de mayor incremento y el cambio de la curva, se alcanza cuando llega a acumular 90 especies en P6 (1.945 m), siendo la parcela donde se registró el segundo mayor número (62 spp.).

La subformación de los valles registró una riqueza de 164 especies ($70 \pm 8.86 / 0.1$ ha) con $DAP \geq 2.5$ cm; sin embargo considerando un $DAP \geq 10$ cm se registró 89 especies (34.7 ± 3.83) siendo superior el presente trabajo, frente a los sitios estudiados más próximos de la misma región y formación del bosque (Bascope, 2004) en un rango altitudinal de 1.850-2.000 m, donde la riqueza de especies fue inferior (83 spp.), dada las diferentes formaciones fisiográficas y la metodología que permite detectar mayor diversidad local (Phillips *et al.* 2004). Igualmente en Mamacona (Cabrera, 2004), ubicada a 1.600 m y según base de datos Madidi

(Araujo-Murakami datos no publicados) registró también una menor diversidad (88 spp.), estos datos de referencia se incluyen en el Anexo 5.

Como han mostrado las curvas área-especie, no alcanzaron estabilizarse para ninguna de las subformaciones de bosques (Boyle, 1996; Pitman, 2000; Romero-Saltos *et al.* 2001; Duque *et al.* 2001; Flores *et al.* 2002; Araujo-Murakami *et al.* 2005) por lo que expresan su relación con la variación florística mostrando un cambio gradual y continuo de la vegetación a través de la altitud.

Estas características demostradas por Lieberman *et al.* (1996; cit. en Boyle, 1996) es una función del número de individuos, que se podría comparar con un similar grado a través de 1 ha, como 10 parcelas de 0.1 ha, evaluando con similares diámetros (Galeano *et al.* 1998). También su equivalencia debe ser comparada frente a la ventaja de transectos tipo Gentry 0.1 ha que incluye muchos más taxas (Melastomataceae o muchas especies de bejucos y hemiepífitas) que normalmente se excluyen en parcelas de 1 ha (Boyle, 1996).

Un análisis de la riqueza florística de sitios ubicados en similares rangos altitudinales del Neotropico (número de spp. = $260.1 - (0.073 \times \text{elevación})$; $r = -0.87$, $n = 24$, $p = 0.0001$) realizados por Gentry (1988) y comparando con el presente estudio (número de spp. = $275.33 - (0.1126 \times \text{elevación})$; $r = -0.825$, $n = 9$, $p = 0.005$) dan como resultado un modelo o ecuación lineal, mostrando una relación inversamente proporcional que representa el patrón de la riqueza florística frente a la altitud de los sitios de Los Andes (Figura 11). Se incluyen una lista de las diferentes parcelas evaluadas en estas altitudes en el Anexo 5.

Boyle (1996), demostró en 36 transectos tipo Gentry (1982b) que; a elevaciones superiores a los 1.750 m, las variaciones fueron influenciadas por la pendiente latitudinal de diversidad, que es creciente desde el exterior hacia el interior de los trópicos. Asimismo Rosenzweig (1995; cit. en Boyle, 1996), argumenta que, las

posibles razones para una pendiente latitudinal de diversidad dentro de los trópicos están aún en debate.

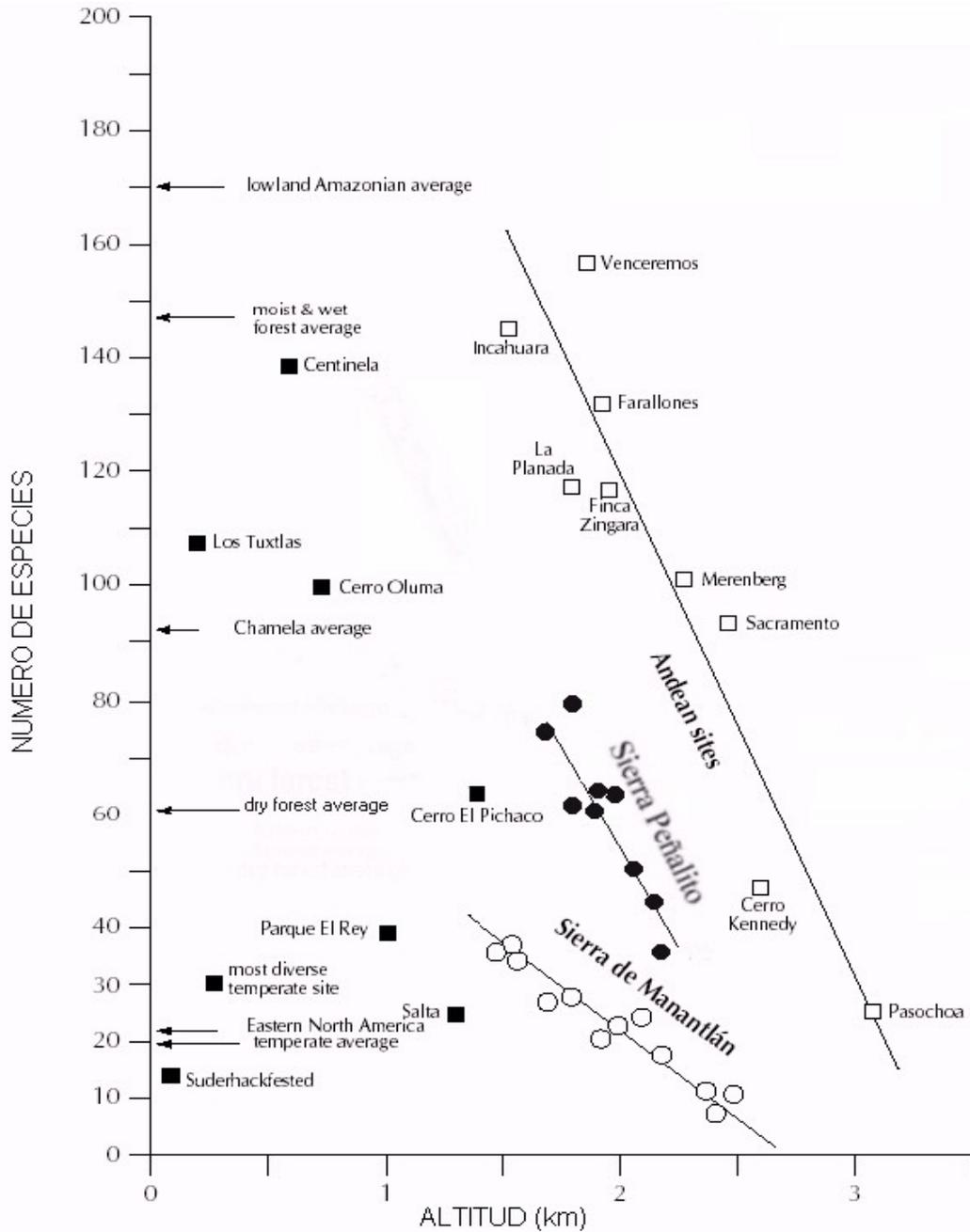


Figura 11. Comparación de la riqueza de especies en 0.1 ha vs altitud (las líneas son el cálculo de la regresión de los sitios andinos: Salta y Parque el Rey (Argentina), Los Tuxtlas (México), Cerro Olumo y Cerro Picacho (Nicaragua), Centinela en la Cordillera Occidental (Ecuador); la línea Serranía-Peñalito corresponde a las PTMs del presente estudio. Extraído de Gentry (1988) con evaluaciones de Vazquez & Givnish (1998) en la Sierra de Manantlán (México).

La riqueza de especies depende de la ubicación geográfica del sitio por las variaciones climáticas (temperatura, precipitación, disponibilidad de luz, etc) que se presentan de un sitio a otro (Givnish, 1999). Gentry (1988), con referencia a la cantidad de precipitación y Kozlowski (1982; cit. en Wadsworth, 2000) indican que; la humedad es el factor ambiental más importante que determina la distribución, composición de especies y el crecimiento de los bosques.

Sin embargo la razón por la cual existen grandes cantidades de especies arbóreas en los bosques tropicales es compleja (Kessler, 2001), Baker (1970b; cit. en Wadsworth, 2000) propone la teoría de una “naturaleza poco competitiva” en un ambiente “tan permisivo”; dice que no se debe al ambiente favorable (por extremos de temperatura o de humedad), pone en evidencia la supervivencia de formas mutantes, creando de ese modo la diversidad (Givnish, 1999), siendo baja la tasa de extinción de las especies.

Al mismo tiempo en los bosques Yungueños por estar rodeados de las ecoregiones con bosques amazónicos: del Preandino y el Subandino, hacia el nor-este; generaron condiciones de “aislamiento”, considerándose en tal sentido centro de especiación endémica, como sostienen Navarro (2002) y Richter & Moreira-Muñoz (2005).

5. 3. IMPORTANCIA ECOLÓGICA DE LAS TAXA

5. 3. 1. Índice de Importancia de Familias (IVIF): fondos de valle

Las familias con la mayor importancia ecológica en promedio acumularon la mayor representatividad (IVIFp \geq 150); distribuidos en la subformación de fondos de valles son 7, con valores entre 33.8 a 12.9, del IVIF por PTM; en el Cuadro 9, se observa que la familia de mayor peso ecológico es Melastomataceae, que fluctuó entre 7.7 a 15.8 del IVIF %, seguido por Rubiaceae, Cyatheaceae (Pteridophyta), Lauraceae, Chlorantaceae, Myrtaceae, finalmente Euphorbiaceae que varió entre 1.9 a 5.7 del IVIF % por PTM.

Cuadro 9. IVIF representativos;(p=promedio) con valores absolutos (ABS) y relativos (REL) en 4 PTMs de los fondos de valles (1.700-1.900 m).

FAMILIAS	P 1		P 2		P 3		P 4		IVIFp	
	ABS	REL								
Melastomataceae	27.1	9.0	37.3	12.4	47.5	15.8	23.2	7.7	33.8	11.3
Rubiaceae	29.7	9.9	29.7	9.9	41.1	13.7	13.8	4.6	28.6	9.5
Cyatheaceae	14.5	4.8	28.8	9.6	35.6	11.9	32.8	10.9	27.9	9.3
Lauraceae	25.2	8.4	10.1	3.4	17.6	5.9	18.8	6.3	17.9	6.0
Chloranthaceae	2.2	0.7	31.3	10.4	26.7	8.9	7.1	2.4	16.8	5.6
Myrtaceae	42.0	14.0	10.9	3.6	6.7	2.2	6.1	2.0	16.4	5.5
Euphorbiaceae	17.0	5.7	14.1	4.7	14.9	5.0	5.8	1.9	12.9	4.3
Sub total	157.7	52.6	162.2	54.1	190.1	63.4	107.6	35.9	154.4	51.5
OTRAS FAMILIAS	142.3	47.4	137.8	45.9	109.9	36.6	192.4	64.1	145.6	48.5

Las familias más representativas con valores de importancia ecológica altos son presentados en la Figura 12, las mismas variaron; desde Melastomataceae que presentó el 47.5 (15.8 %) IVIF en P3 (1.850 m), mientras que la familia con menor representatividad e importancia ecológica entre las principales fue Euphorbiaceae con 17 (5.7 %) del IVIF en la P1 (1.715 m).

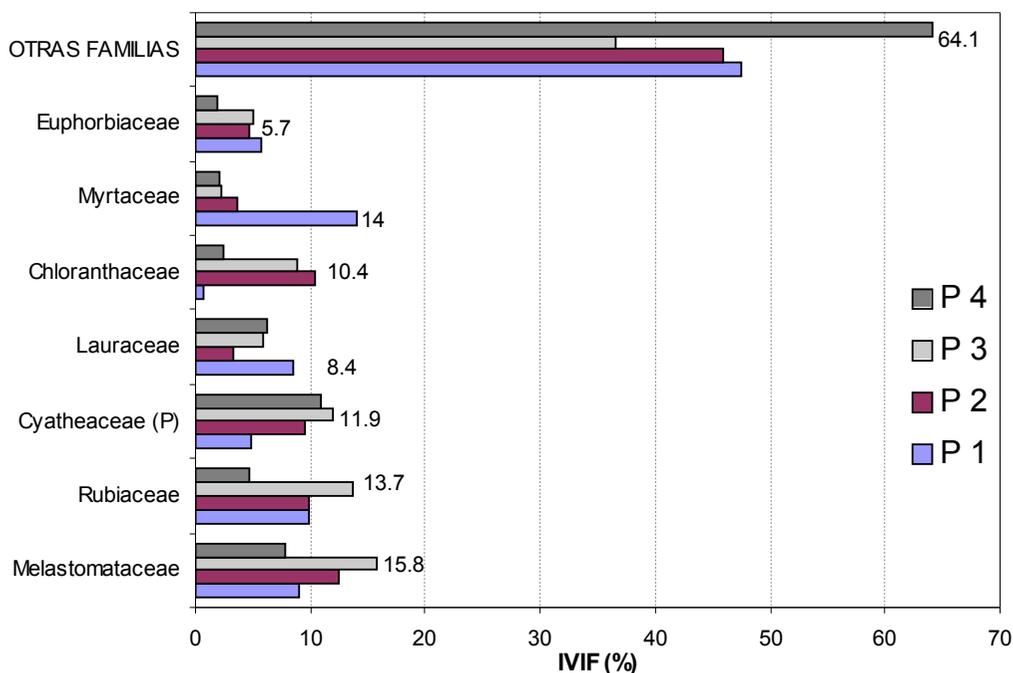


Figura 12. Valor de Importancia relativa (IVIF %) de las familias más representativas dentro de cada PTM en fondos de valle (1.700-1.900 m).

La distribución de los diferentes parámetros expresados en el IVIF (abundancia, dominancia y diversidad) como la variación de las familias más representativas por parcela se incorporaron en la Figura 13; donde se aprecia la diferencia e incremento de 4 familias, la abundancia con una variación; desde 174 (P2) a 277 (P4) individuos; sobre saliendo la familia Cyatheaceae (Pteridophyta); la dominancia no cambio en gran sentido, ya que mantuvo valores entre 2.2 a 2.9 m² (P3); donde la familia Melastomataceae acumuló mayor área basal; la diversidad por familia decreció en 2 spp. presentando los mejores valores en la P1 y P3 cada una con 36 spp. Melastomataceae, Rubiaceae, Cyatheaceae, Lauraceae y Chloranthaceae, presentaron la mayor riqueza en ambas subparcelas (Anexo 6).

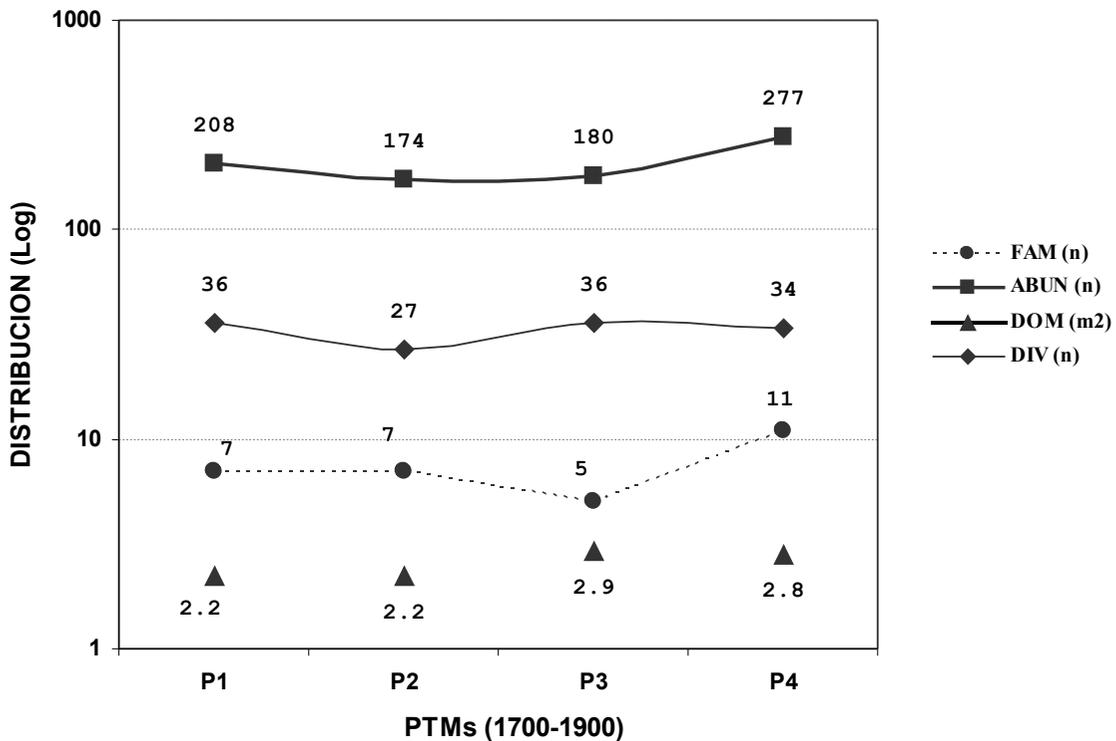


Figura 13. Distribución logarítmica del comportamiento de la abundancia (ABUN n=número), dominancia (DOM m²), diversidad (DIV n); de las familias más importantes ecológicamente (FAM n) de cada PTM en los fondos de valle (1.700-1.900 m).

En esta subformación se presentaron; 11 familias con presencia de una especie en una PTM (Anexo 6), el IVIF varió entre 1.6 a 47.9; este último y mayor peso

ecológico, lo expresó la familia Poaceae en la P4 (1.910 m), donde presentó mayor abundancia de individuos (41 %).

En comparación con la PPM Chiriuno, el IVIF relativo fue menor; para las familias Melastomataceae (5.16 %), Rubiaceae (1.9 %), Cyatheaceae (5.3 %), las familias con el mayor IVIF fueron Euphorbiaceae, Lauraceae y Aquifoliaceae (17-8.4 %); mientras la PPM Mamacona, presentó (los mayores IVIF fueron Arecaceae, Lauraceae y Euphorbiaceae con valores entre 23.5-11.2 %) menor proporción relativa para las mismas familias (3.28, 4.18 y 3.55 % respectivamente), lo que se establece con el presente estudio, una diferencia en casi 2 veces respecto a la primera y tercera familia con la PPM Chiriuno y aún mucha más diferencia con la PPM Mamacona. Sin embargo la familia Rubiaceae varió frente a las PPMs; en 2 veces con Mamacona y 4 veces con Chiriuno.

5. 3. 2. Índice de Importancia de Familias (IVIF): laderas

En ésta subformación (1.900-2.100 m) la mayor importancia ecológica representativa (IVIFp \geq 150); correspondieron a 5 familias, con variación entre 44.6 a 12.6 del IVIF por PTM (Cuadro 10). Las familias de mayor importancia ecológica fueron; Lauraceae que presentó valores entre 10 a 22.3 del IVIF %; siendo la más importante, seguido por Melastomataceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y finalmente la familia Clusiaceae con valores entre 0.9 a 7.8 del IVIF %.

Cuadro 10. IVIF representativos (p=promedio) con valores absolutos (ABS) y relativos (REL) en 5 PTMs de laderas (1.900-2.100 m).

FAMILIAS	P 5		P 6		P7		P8		P 9		IVIFp	
	ABS	REL										
Lauraceae	30.0	10.0	33.7	11.2	66.9	22.3	51.0	17.0	41.3	13.8	44.6	14.9
Melastomataceae	37.7	12.6	37.0	12.3	33.7	11.2	45.3	15.1	40.2	13.4	38.8	12.9
Euphorbiaceae	26.2	8.7	31.5	10.5	36.4	12.1	36.7	12.2	61.6	20.5	38.5	12.8
Rubiaceae	15.0	5.0	18.2	6.1	14.9	5.0	22.9	7.6	17.0	5.7	17.6	5.9
Clusiaceae	7.3	2.4	2.8	0.9	16.8	5.6	12.9	4.3	23.4	7.8	12.6	4.2
Sub total	116.1	38.7	123.3	41.1	168.8	56.3	168.9	56.3	183.5	61.2	152.1	50.7
OTRAS FAMILIAS	183.9	61.3	176.7	58.9	131.2	43.7	131.1	43.7	116.5	38.8	147.9	49.3

Las familias más representativas (5) con valores de importancia ecológica más altos son presentados en la Figura 14; donde variaron; Lauraceae con el valor más alto 66.9 (22.3 %) del IVIF en P7 (2.000 m), mientras que la familia con menor representatividad e importancia ecológica fue Clusiaceae con 23.4 (7.8 %) del IVIF en P9 (2.030 m).

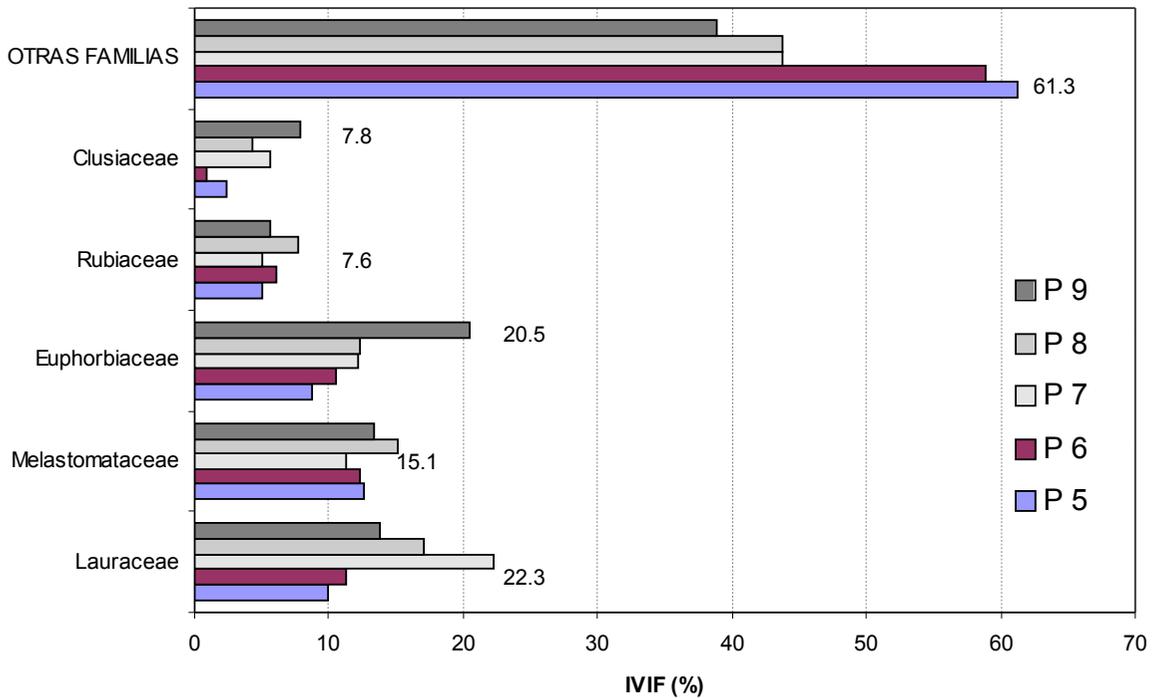


Figura 14. Valor de Importancia relativa de las familias (IVIF %) más representativas dentro de cada PTM en laderas (1.900-2.100 m).

La distribución y variación a través de las 5 PTMs, de los parámetros expresados en el IVIF (abundancia, dominancia y diversidad), se presentan en la Figura 15, donde la variación en el número de familias representativas es de 9 a 4; decreciendo inversamente frente a la altitud, además se aprecia el incremento gradual de la abundancia, desde 169 (P6 y P7) hasta 317 (P9) individuos por familia, donde Euphorbiaceae se expresa en esta última PTM.

Mientras que la dominancia varió entre 1.1 a 1.8 m² valor último en P7 (Lauraceae), también la diversidad por familia, presentó similar comportamiento que el número de

familias representativas; decreciendo desde 38 hasta 14 spp. encontradas por familia, expresando este parámetro 2 familias: Melastomataceae y Lauraceae, localizadas en P5 y P6 (Anexo 7).

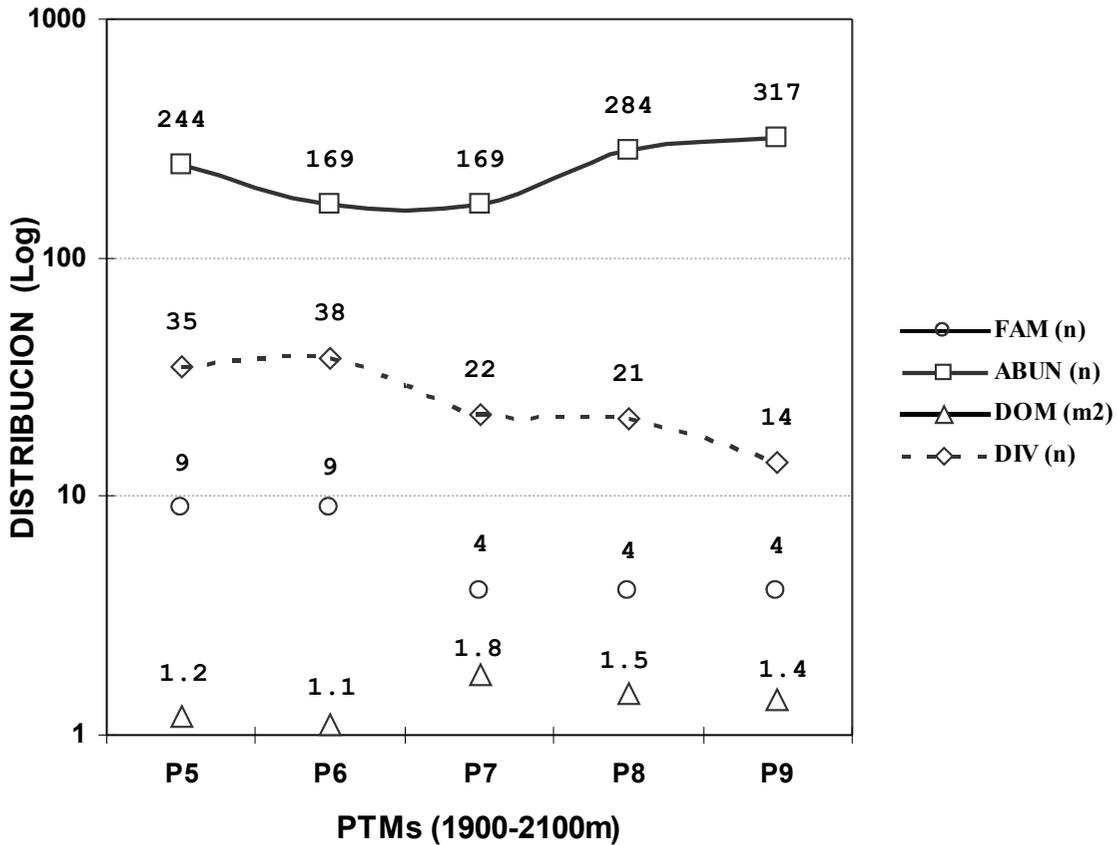


Figura 15. Distribución logarítmica del comportamiento de la abundancia (ABUN n=número), dominancia (DOM m²), diversidad (DIV n); de las familias más importantes ecológicamente (FAM n) de cada PTM en laderas (1.900-2.100 m).

En ésta subformación se presentaron; 9 familias con presencia de una especie, en una PTM (Anexo 7); expresaron valores de importancia ecológica, comprendidos entre 1.8 a 6.6 del IVIF; valor penúltimo es expresado por la familia Solanaceae, con la menor representatividad relativa de especies, presente solo en P5 (1.936 m).

Por las similitudes podemos establecer que para la presente subformación en estudio, fue más semejante con la PPM Chiriuno en cuanto al orden de las primeras

2 familias (Euphorbiaceae y Rubiaceae) y las restantes son similares aunque variaron el orden a los obtenidos en el presente estudio.

Gentry (1988) menciona que, las familias con mayor importancia de los bosques montanos andinos del Neotropico consideradas en un gradiente altitudinal 1.700-2.000 m, entre estas se encuentran 6 familias; Lauraceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Moraceae, Euphorbiaceae y Clusiaceae; sin embargo entre las mismas, no figura la familia Poaceae.

En la Reseva Biológica San Francisco (sur del Ecuador, a una altitud entre 1.850 a 2.100 m); en los bosques montanos tanto perturbado y no perturbado (DAP \geq 2.5 cm / 0.1 ha); la importancia de las familias se presentaron en el orden siguiente: Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Clusiaceae, Rosaceae, Lacistemataceae, Moraceae, Sapindaceae, Lecytidaceae, Sabiaceae, Euphorbiaceae, Chloranthaceae, Meliaceae, Mimosaceae, Symplocaceae, Anacardiaceae, Sabiaceae y Celastraceae, (Galvez *et al.* s/a), expresando una gran similitud con el presente estudio, aunque las familias que no se comparten son Lacistemathaceae y Lecythydaceae.

5. 3. 3. Índice Valor de Importancia de las Especies (IVI): fondos de valle

La importancia ecológica de las especies presentes en la subformación de los fondos de valle (1.700-1.900 m); se expresaron a través del Índice Valor de Importancia (IVI), presentandose 20 spp., que llegan a acumular un IVI promedio de 155 (47 %), considerado representativo (Lamprecht, 1990); de los cuales, las 14 spp. comunes en todas las PTMs presentaron un IVI comprendido desde 2.14 a 1.16 (Anexo 8).

Las variaciones por PTM respecto a la representación de la importancia ecológica de las especies (IVI \geq 150) en los fondos de valles (1.700-1.900 m), expresaron una disminución gradual y altitudinal desde 12 (P1) hasta 7 (P4) especies.

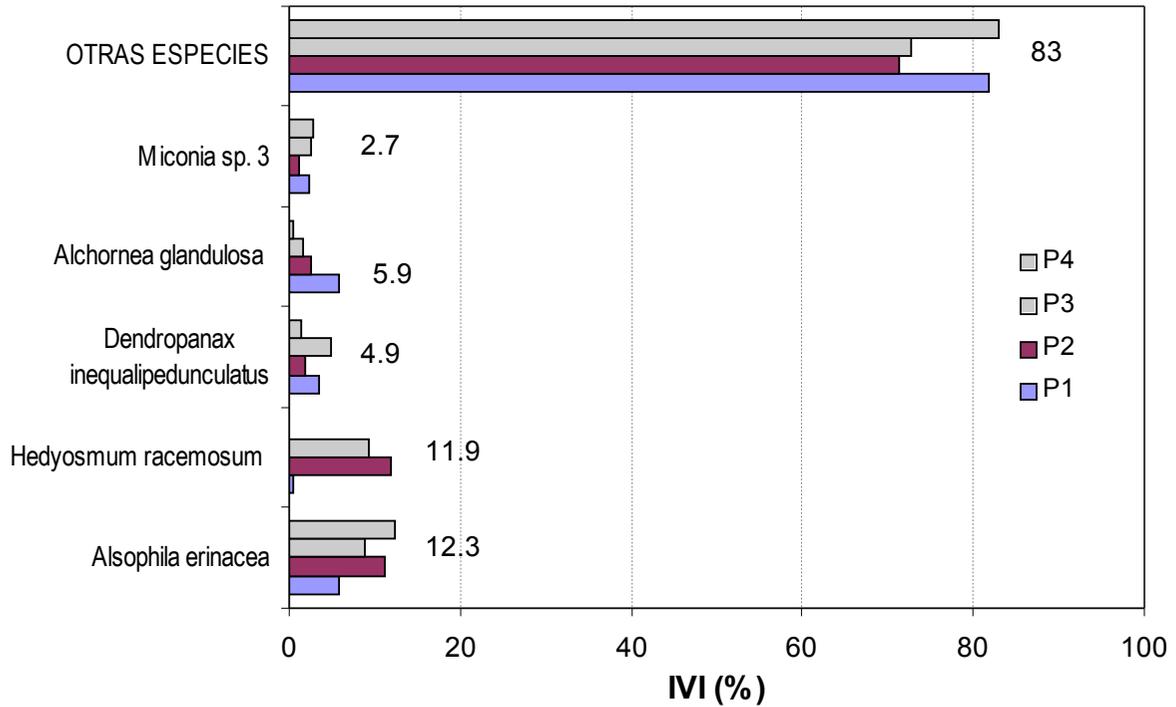


Figura 16. Índice Valor de Importancia relativos (IVI %) de las 5 especies más importantes en los fondos de valle (1.700-1.900 m).

La distribución de las primeras 5 especies con valores del IVI más representativos distribuidas en todas las PTMs; es observada en la Figura 16; donde la especie con mayor importancia ecológica fue: *Alsophila erinacea*, con valores que fluctuaron entre 17.5 a 37 del IVI (9.6 %): le sigue en importancia la especies; *Hedyosmum racemosum*, *Dendropanax inequalipedunculatus*, *Alchornea glandulosa* y el quinto lugar del IVI lo ocupa *Miconia sp. 3* con valores entre 8.2 a 3.2 (2.2 %), variación detallada en el Cuadro 11.

Cuadro 11. Índice Valor de Importancia (IVI_p=promedio) expresado en valores absolutos (ABS) y relativos (REL) de las 5 especies más importantes por PTM, distribuidos en fondos de valle (1.700-1.900 m).

ESPECIES	P1		P2		P3		P4		IVI _p	
	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL	ABS	REL
<i>Alsophila erinacea</i>	17.5	5.8	33.8	11.3	26.5	8.8	37.0	12.3	28.7	9.6
<i>Hedyosmum racemosum</i>	1.4	0.5	35.7	11.9	28.1	9.4	0.9	0.3	16.5	5.5
<i>Dendropanax inequalipedunculatus</i>	10.8	3.6	5.9	2.0	15.0	5.0	4.0	1.3	8.9	3.0
<i>Alchornea glandulosa</i>	17.8	5.9	7.4	2.5	4.8	1.6	1.2	0.4	7.8	2.6
<i>Miconia sp. 3</i>	7.2	2.4	3.3	1.1	7.4	2.5	8.2	2.7	6.5	2.2
Subtotal	54.6	18.2	86.0	28.7	81.8	27.3	51.3	17.1	68.4	22.8
OTRAS ESPECIES	245.4	81.8	214.0	71.3	218.2	72.7	248.7	82.9	231.6	77.2
TOTAL	300	100	300	100	300	100	300	100	300	100

El parámetro que presentó marcado efecto en la mayoría de las especies de esta subformación, fue la abundancia.

Sin embargo solo en P4 (1.910 m) la especie *Chusquea sp. 1*, presentó, el mayor valor ecológico 47 (15.7 %) del IVI, correspondiendo un claro efecto de la mayor abundancia 242 (39.2 %), frente a la frecuencia (4.65 %) y dominancia (3.09 %) que fueron relativamente menores. Mientras que la especie *Chamaedorea pinnatifrons*; presentó el menor IVI 19 (6.3 %), registrado también en una sola parcela la P1 (1.715 m); en la misma se presentó mayor efecto de la abundancia (13 %) y frecuencia (4.8 %), cuyo detalle se encuentra en el Anexo 8.

5. 3. 4. Índice Valor de Importancia de las Especies (IVI): laderas

Para la subformación de laderas (1.900-2.100 m); 15 spp. Fueron las más representativas ecológicamente; llegando a acumular en promedio el 159 (49 %) del IVI; sin embargo no todas se distribuyeron en todas las PTMs, mientras que las especies comunes (11), alcanzaron a presentar valores entre 3.15 a 0.78 del IVI (Anexo 9).

La variación de los valores ecológicos representativos 150 (50 %) del IVI por cada PTM de las laderas (1.900-2.100 m) son expresados por la distribución desde 12 (P5) hasta 5 (P9) especies; presentando una reducción gradual y con relación inversa frente a la altitud.

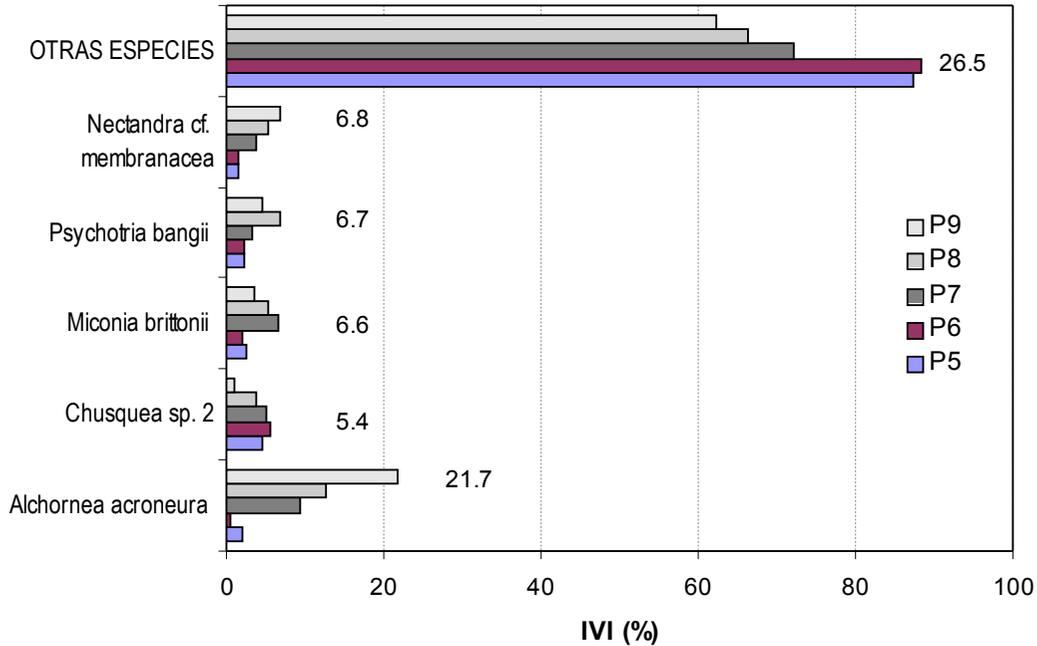


Figura 17. Índice Valor de Importancia relativas (IVI %) de las 5 especies más importantes en las laderas (1.900-2.100 m).

Para esta subformación, la distribución de las primeras 5 spp. con los mayores valores de importancia ecológica, se^o presentan en la Figura 17; *Alchornea acroneura* presentó el IVI con fluctuación entre 1.5 a 65.2 (21.7 %) siendo la de mayor peso ecológico; seguido por las especies; *Chusquea sp. 2*, *Miconia brittonii*; *Psychotria bangii* y *Nectandra cf. membranacea*, que presentó fluctuaciones entre 4.3 a 20.4 (6.8 %) del IVI (Cuadro 12).

Mientras que valores relativamente bajos, 24 (8 %) del IVI la presentó *Ilex sp. 1*, distribuyendosé en las 4 PTMs, expresando este valor en la P5 (1.936 m) donde mostró predominio de la dominancia (20.4 %), correspondiendo tanto a la abundancia como la frecuencia valores de 1.76 y 2.03 % respectivamente (Anexo 9).

Cuadro 12. Índice Valor de Importancia (IVI_p=promedio) expresado en valores absolutos (ABS) y relativos (REL) de las 5 especies más importantes por PTM, distribuidos en laderas (1.900-2.100 m).

ESPECIES	P5		P6		P7		P8		P9		IVI _p	
	ABS	REL	ABS	REL								
<i>Alchornea acroneura</i>	6.1	2	1.5	0.5	27.9	9.3	37.8	12.6	65.2	21.7	27.7	9.2
<i>Chusquea sp. 2</i>	13.8	4.6	16.4	5.5	15.1	5	11.6	3.9	3.3	1.1	12	4
<i>Miconia brittonii</i>	7.3	2.4	5.8	1.9	19.7	6.6	15.7	5.2	10.4	3.5	11.8	3.9
<i>Psychotria bangii</i>	6.9	2.3	6.7	2.2	9.9	3.3	20.3	6.8	13.9	4.6	11.5	3.8
<i>Nectandra cf. membranacea</i>	4.3	1.4	4.4	1.5	11.1	3.7	16	5.3	20.4	6.8	11.2	3.7
Sub total	38.3	12.8	34.7	11.6	83.6	27.9	101.3	33.8	113.1	37.7	74.2	24.7
OTRAS ESPECIES	261.7	87.2	265.3	88.4	216.4	72.1	198.7	66.2	186.9	62.3	225.8	75.3
TOTAL	300	100	300	100								

5. 4. ESTRUCTURAS TOTALES DEL BOSQUE

5. 4. 1. ESTRUCTURA HORIZONTAL

5. 4. 1. 1. Estructura Horizontal: fondos de valle

Los fondos de valles (4.000 m²) presentaron una dominancia total de 17.281 m² (4.32 ± 0.597 m² / 0.1 ha) y una densidad promedio de 396.5 ± 153.6 indiv. / ha. La mayor área basal (5.13 m²) y la mayor densidad de individuos (617) se presentaron en P4 (1.910 m).

La relación entre las clases diamétricas vs. la abundancia y área basal promedio de las 4 PTMs (1.700-1.900 m), se presentan en la Figura 18, donde los mayores valores de área basal promedio (1.13 m²) están concentrados en la clase 10 a 19.9 cm, la misma que disminuye hasta la clase 30 a 39.9 cm, a partir de esta clase se incrementan las áreas basales.

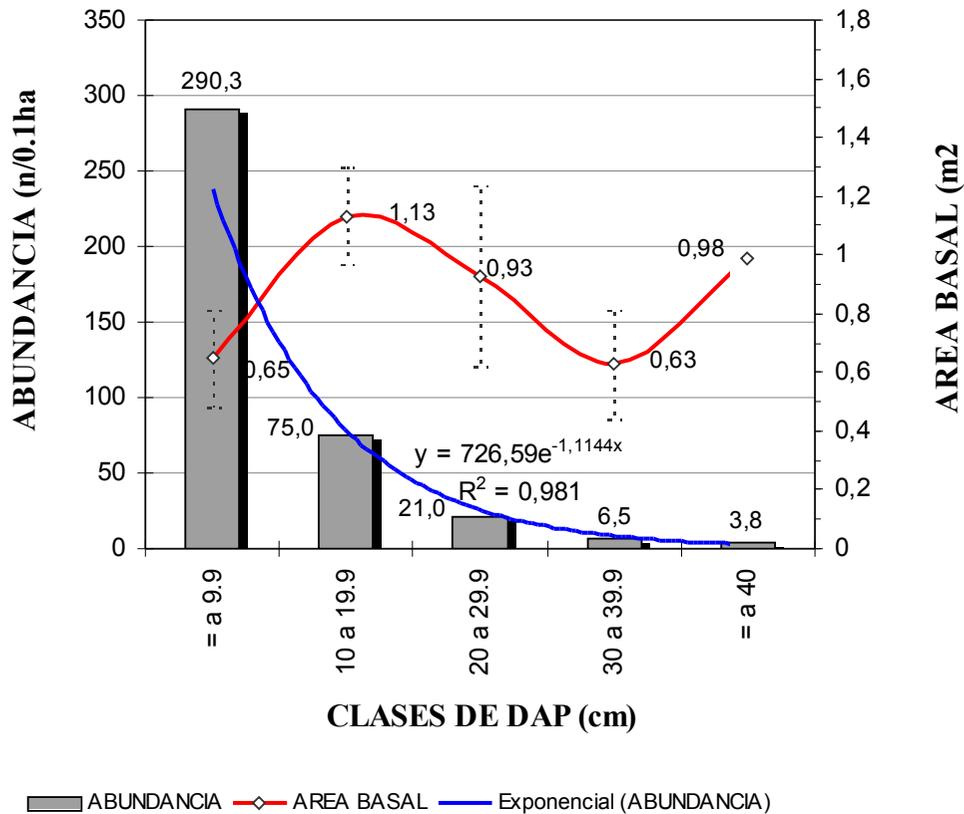


Figura 18. Relación promedio de áreas basales (m²), abundancia (n) y clases diamétricas (cm) de leñosas en fondos de valles (1.700-1.900 m) en las Serranías de Peñalito.

Las mayores áreas básicas (1.78 m²), se presentaron en P4, en la clase diamétrica con DAP ≥ 40 cm, registrado por 8 (1.3 %) individuos, de los cuales la especie *Guarea kunthiana* con 3 individuos, registró 0.72 m² con un promedio de 0.24 m² / individuo, considerándose la especie de mayor área basal encontrada; seguido en P3 con 1.37 m², en P1 (1 m²); ambos en la clase con DAP entre 10 a 19.9 cm y en P2 fue la clase con DAP entre 20 a 29.9 cm, con área basal de 1.35 m². Mientras que una menor dominancia (0.13 m²) fue con DAP ≥ 40 cm en P2 registrado por un solo individuo, aunque el número de individuos fue mayor en P4 con 510 (83 %) individuos, con DAP ≤ 9.9 cm (Anexo 10).

En los fondos de valle, las distribuciones del número de individuos por clase diamétrica (Figura 19), presentan la forma típica de “J” invertida, característica de los bosques tropicales (Lamprecht, 1990); la misma que se ajusta a una ecuación exponencial negativa, el patron de ésta relación, lo expresa la función matemática de una serie geométrica decreciente, ley estructural de los bosques húmedos tropicales según Finegan (1992) y logarítmicamente ésta relación de la “J” invertida se transforma en una recta por PTM en la Figura 15, aunque no para todas las parcelas y en ambas representaciones se muestra que existe una gran cantidad de individuos con diámetros menores y en la medida en que se incrementan los diámetros, la cantidad de individuos se reduce.

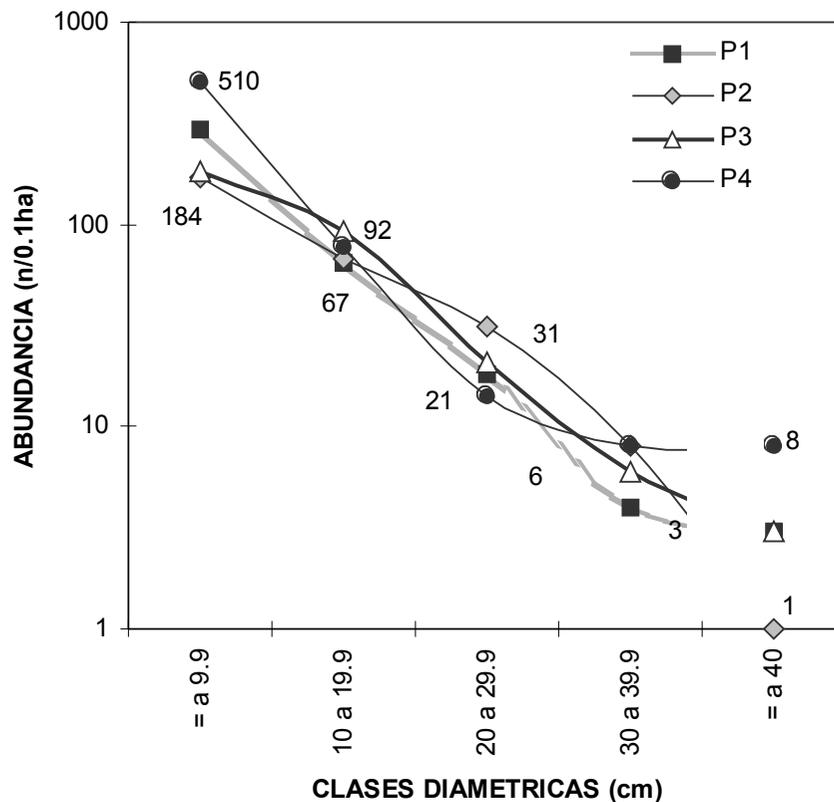


Figura 19. Distribución logarítmica de la abundancia (número de individuos); por clases diamétricas ($DAP \geq 2.5 \text{ cm} / 0.1 \text{ ha}$) en el rango 1.700-1.900 m.

La mayor cantidad de especies estructuralmente presentaron un distribución diamétrica irregular (≤ 4.9 cm), siendo 19 spp. con 354 individuos, entre las más abundantes se presentaron; *Chusquea sp. 1* (242 individuos), *Chamaedorea pinnatifrons* (51 individuos) y *Chusquea sp. 2* (13 individuos), reduciéndose hasta especies con DAP entre 30 a 39.9 que fueron solo 2 spp. cada una con 2 individuos; *Meliosma herbertii* y *Nectandra sp. 1*, también con el mayores diámetros (38.8 y 30.7 cm), esta clase diametral, marca el último límite a la restricción de las especies.

Las especies con distribución horizontal continua (Lamprecht, 1990) es expresada por solo 2 spp. (Cuadro 13); *Hedyosmum racemosum* y *Guarea kunthiana*, las demás especies no presentaron distribuciones continuas.

Cuadro 13. Especies con distribución diamétrica irregular en los fondos de valle (1.700-1.900 m).

ESPECIES	$\leq a 4.9$	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	$\geq a 40$	TOTAL
<i>Hedyosmum racemosum</i>	19	26	17	7	4	1	74
<i>Guatteria lasiocalyx</i>	3	12	3	2	-	1	21
<i>Miconia sp. 11</i>	4	7	6	-	-	1	18
<i>Gordonia fruticosa</i>	3	3	2	2	-	2	12
<i>Guarea kunthiana</i>	4	2	1	2	1	3	13
<i>Mollinedia caloneura</i>	4	3	4	-	-	1	12
<i>Myrcia sp. 1</i>	2	-	-	1	-	1	4
Sub total	39	53	33	14	5	10	154
Otras especies	656	413	267	70	21	5	1432
TOTAL	695	466	300	84	26	15	1586

Algunas especies arbóreas asumen una distribución diamétrica irregular (Rollet, 1978; Valerio & Salas, 1998); pueden ser muy abundantes en las clases diamétricas superiores pero escasas en las inferiores, otras no se hacen presente en clases medias y aparecen solo en los extremos de la distribución, finalmente tienden a comportarse en forma de “J” invertida, debido a su paso en los periodos de su vida (competencia, regeneración, crecimiento y mortalidad), estrategias de perpetuación o requerimientos lumínicos (heliófitas efímeras, esciófitas totales). Esta distribución

representa también las tendencias del bosque en busca la fase de homeostasis (equilibrio entre lo que muere y lo que crece).

Los individuos que probablemente sustituirán a los árboles grandes (Lamprecht, 1990) son aquellos que tienen la capacidad de alcanzar el dosel (heliófitas durables y esciófitas parciales) pues muchos de los individuos que se encuentra creciendo en las clases menores no alcanzan grandes alturas y diámetros.

Tanto en P4 (1.910 m) y P1 (1.715 m), presentaron una mayor abundancia, con 510 (83 %) y 295 (77 %) individuos respectivamente, en el $DAP \leq 9.9$ cm; inclusive hasta individuos con $DAP \leq 5$ cm mantuvo su tendencia, mientras que en P2 y P3; el número de individuos es menor; con 172 (61 %) y 184 (60 %) individuos respectivamente y al mismo tiempo tampoco es apreciable la acumulación de individuos en las clases ≥ 40 cm (1-8 individuos), para ninguna de las PTMs, aunque la P4 presentó el mayor área basal 1.78 m^2 (35 %).

La distribución logarítmica mostró también que a lo largo de la subformación de los fondos de valle; se presenta una acumulación de individuos en las 2 clases (DAP entre 10 hasta 29.9 cm), en P1 (1.715 m) con el 82 (21 %) y 91 (15 %) en P4 (1.910 m) de abundancia, mientras que en la clase 5 a 9.9 cm de P3 (1.850 m) se registrarón 115 (38 %) individuos.

Estas tendencias registradas para la distribución de abundancias; tanto por Bascope (2004) como por Cabrera (2004) para los diferentes bosques, reflejan para esta clase diamétrica ($DAP \geq 10$ cm), la presencia de una mayor abundancia de individuos, la que es decreciente hasta los individuos con $DAP \geq 40$ cm, donde también se presentaron pocos individuos, a partir de esta clase diamétrica, cambia bruscamente la curva de la “J” invertida; aunque en Mamacona la clase con DAP entre 20 a 30 cm, presentó una mayor dominancia (12.4 m^2), comparando con el presente estudio como con la PPM adyacente, presentaron en referencia a las áreas

básales, similar comportamiento, decreciente a partir de DAP ≥ 10 cm hasta los ≥ 40 cm, donde recobra su incremento basal con pocos individuos.

También Boyle (1996) en relación a la dominancia, para los sitios del Neotrópico (Anexo 5), evaluó una variación entre 3.71 m^2 (Ecuador) hasta 7.83 m^2 (México), ambos sitios ubicados a una altitud 1.750 m, valores que se aproximan al presente estudio.

Cuando el área basal del bosque excede los $32 \text{ m}^2 / \text{ha}$ (común en bosques primarios), el crecimiento de los árboles individuales es lento (Dawkins, 1959; Ovington, 1972; cit. en Wadsworth, 2000), el efecto de la sombra, es una de las restricciones más evidentes al crecimiento de los árboles en los bosques pluviales, pese a esto es compleja y difícil de explicar ya que se presentan asincronías dentro de la misma especie como a nivel estacional de lluvias.

Valencia & Jørgensen (1992; cit. en Galvez *et al.* s/a) de acuerdo a lo encontrado en Ecuador indican que, el número de individuos es variable, además estos pocos individuos con una alta dominancia, es una tendencia débil con relación a la altitud y probablemente sea una adaptación a la estabilidad en terrenos con derrumbes aunque no presenten correlación con la pendiente.

5. 4. 1. 2. Estructura Horizontal: laderas

Las 5 PTMs (5.000 m^2) en total presentaron una dominancia de 13.66 m^2 ($2.73 \pm 0.201 \text{ m}^2 / 0.1 \text{ ha}$) y una abundancia promedio de $402.4 \pm 89.78 \text{ indiv.} / 0.1 \text{ ha}$, la parcela P7 presentó uno de los mayores valores del área basal (2.98 m^2); mientras que la mayor abundancia se registró en P8 (499 individuos).

La relación de la distribución en promedio de abundancias, área basal por clase diamétrica; de las 5 PTMs (1.900-2.100 m) se observa en la Figura 20 donde; la mayor acumulación del área basal promedio (0.85 m^2), se encuentra también en la

clase comprendida entre 10 a 19.9 cm; la que disminuye hasta que la curva cambia en la clase 30 a 39.9 cm; con 1.6 individuos en promedio con DAP \geq 40 cm, presentando una dominancia alrededor de 0.4 m².

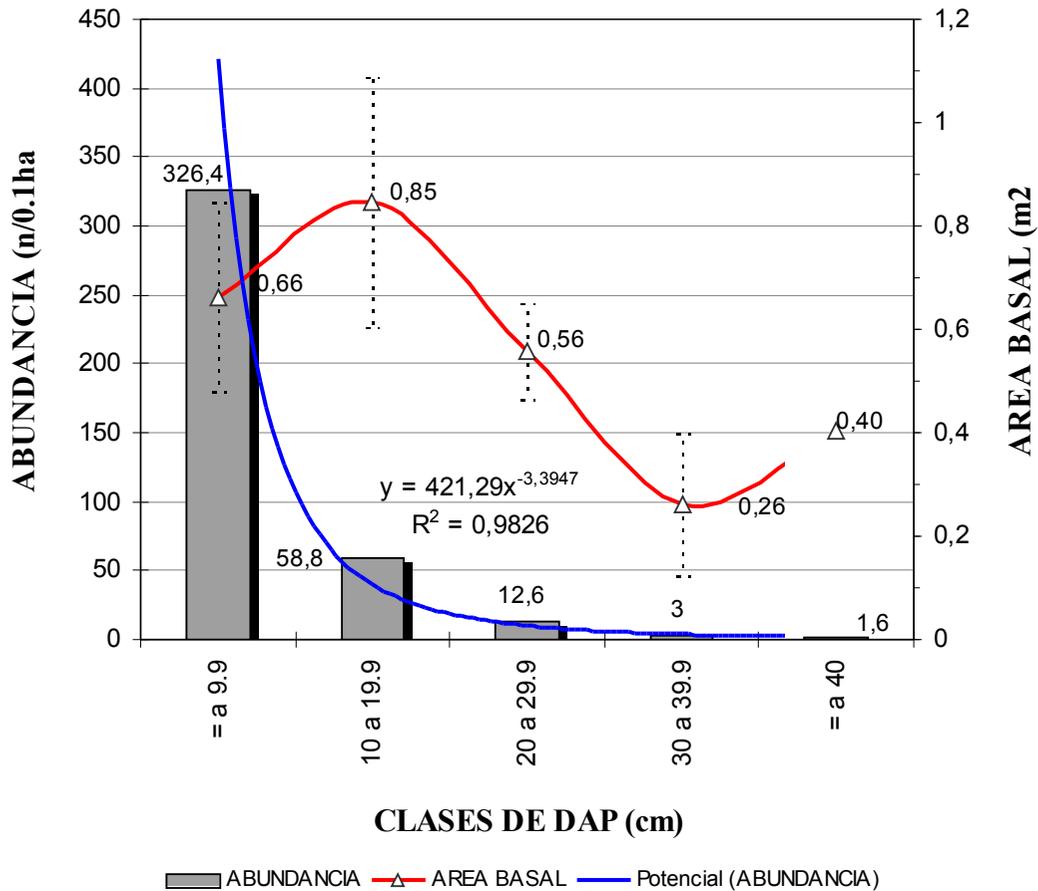


Figura 20. Relación promedio de áreas basales (m²), abundancia (n) y clases diamétricas (cm) de leñosas en laderas (1.900-2.100 m) en las Serranías de Peñalito.

Las mayores dominancias se registraron en P6 con 1.15 m² (42 %), en los diámetros entre 10 a 19.9 cm, con 82 (28 %) individuos, seguido por P7 con 1.04 m² (35 %) para el DAP \geq 40 cm con 2 (0.58 %) individuos; le sigue P9 con 0.97 m² del área basal con 72 individuos en la clase con DAP entre 10 a 19.9 cm; para la misma clase diamétrica, se registraron los siguientes áreas basales; 0.86 m² (57 individuos) en P5 y P9 con 0.72 m² y 45 individuos (Anexo 10).

En la figura anterior se observa la distribución promedio de individuos, por clases diamétricas para esta subformación se ajustan a la “J” invertida, cuya relación es explicada mejor por la ecuación potencial que la exponencial ($y = 969.18e^{-1.3612x}$; $R^2 = 0.9779$) y dicha distribución por PTM, es observada en la Figura 21; donde la distribución logarítmica de individuos, fue representada por la recta; aunque no se presentó para todas las PTMs esta tendencia.

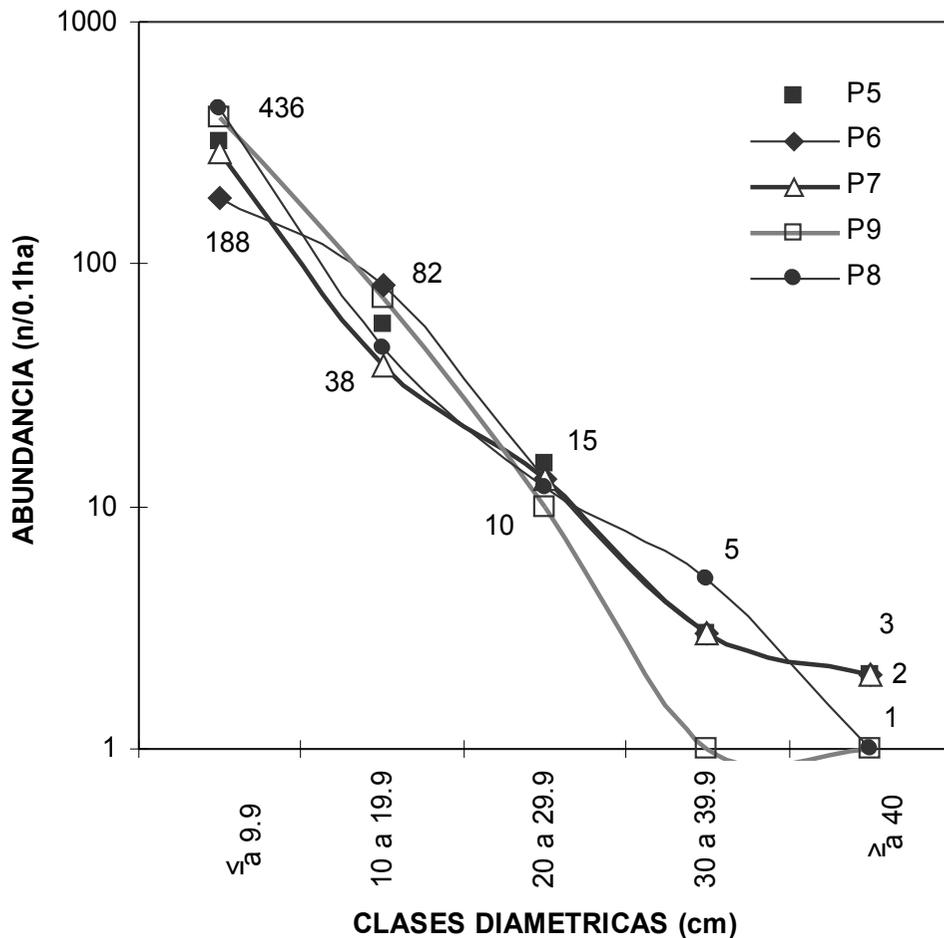


Figura 21. Distribución logarítmica de la abundancia (número de individuos) por clases diamétricas ($DAP \geq 2.5\text{cm}/0.1\text{ha}$) en el rango 1.900-2.100 m.

En la figura anterior; 2 PTMs, (P5-P7) presentaron continuación en todas las clases diamétricas, sin embargo P8 y P9 presentaron una distribución de especies discontinua, con un solo individuo para la clase $DAP \geq 40$ cm y la P6, presentando la

menor densidad con 188 (65 %) individuos para la clase DAP \leq 9.9 cm; frente al resto de las PTMs, con el mayor área basal de 1.15 m² (41.7 %) y la mayor abundancia (82), en la clase con DAP entre 10 a 19.9 cm.

Entre las especies distribuidas en todas las PTMs (8 spp.), para la clase con DAP entre 10 a 19.9 la especie *Alchornea acroneura*, presentó 0.712 m² con 54 individuos siendo la más representativa y dominante, sin embargo en la P6, *Alsophila erinacea* fue una de las especies con 0.57 m² (20.6 %), considerada la de mayor área basal con una abundancia de 37 individuos, para la misma clase diamétrica (Anexo 10).

Estructuralmente se presentó una distribución diamétrica irregular (\leq 4.9 cm), presentándose 17 spp. con 162 individuos, de ellas las 3 más abundantes fueron; *Chusquea sp. 2* (140 individuos), *Panopsis pearcei* (3 individuos) y *Miconia sp. 8* con 2 individuos, las restantes especies presentaron menor diversidad restringida, presentándose entre 20 a 29.9 cm la única especie, *Antidaphne cf. andina* con un individuo; en las clases superiores no se presentaron especies restringidas.

Sin embargo la única especie *Richeria grandis* (14 individuos) presentó distribución horizontal continua, aunque algunas especies (Cuadro 14) llegaron a alcanzar DAP \geq 40 cm sin estar representadas en las clases intermedias.

Cuadro 14. Especies con distribución diamétrica irregular en las laderas (1.900-2.100 m).

ESPECIES	\leq a 4.9	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	\geq a 40	TOTAL
<i>Ilex sp. 1</i>	13	9	13	12	-	3	50
<i>Tapirira guianensis</i>	21	6	5	1	-	1	34
<i>Nectandra cuspidata</i>	11	12	9	-	-	1	33
<i>Podocarpus ingensis</i>	1	3	7	3	-	1	15
<i>Gordonia fruticosa</i>	1	1	1	1	-	1	5
<i>Richeria grandis</i>	3	4	3	2	1	1	14
Sub total	50	35	38	19	1	8	151
Otras especies	987	560	256	44	14	0	1861
TOTAL	1037	595	294	63	15	8	2012

Realizando una comparación con los rangos topográficos; considerados faldas de cerro en la PPM Chiriuno se aprecia una variación similar con el presente trabajo, tanto en abundancia como en dominancia, de acuerdo al punto de viraje de la “J” invertida (DAP \geq 40 cm) presentan 2 individuos con un área basal de 0.34 m² para una superficie de 2.800 m².

Estas características de la distribución de individuos por clases diamétricas no coincidieron con el bosque de montaña Centinela (Santa Cruz-Bolivia entre 1.800-2.000 m) ya que los diámetros son superiores (DAP > 60 cm) en esos bosques (Gil, 1997); sin embargo existen similitudes con los bosques montanos del Neotropico para un gradiente altitudinal amplio (1.310-2.000 m) como las Reservas de: la Biósfera del Manu-Perú (Palomino, 2001); de Tapichalaca-Colombia (1.800-2.800 m) y del Parque Nacional de Cruz Carrillo-Venezuela (1.850-2.450 m).

Al mismo tiempo la dominancia (DAP \geq 2.5 cm / 0.1 ha) y el gradiente altitudinal reportados en los sitios del Neotropico (Anexo 5) varían desde 1.950 m en Venezuela con 4.61 m² (Cuello, 1996), hasta a 2.100 m con 5.14 m² en Costa Rica (Boyle, 1996), siendo el presente estudio, menor a los referentes sin embargo a nivel de la abundancia, ha sido medio ya que los valores reportados, presentaron fluctuaciones entre 182 hasta 500 individuos en Venezuela y en otros sitios este valor es intermedio.

El cociente de mezcla (Cuadro 15), para valles (1.700-1.900 m), muestra que existe mayor diversidad de especies, presentandose en el DAP \geq 40 cm con la relación 4:5; donde por cada 5 individuos encontrados, 4 correspondieron a nuevas especies y las más bajas relaciones se presentaron en el DAP entre 5 a 9.9 cm, con la relación 1:9 donde por cada 9 leñosas, se encontró una nueva especie.

Cuadro 15. Cocientes de mezcla por clases diamétricas (cm) en 2 rangos altitudinales

CLASES DAP (cm)	\leq a 4.9	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	\geq a 40
Fondos de valle (1.700-1.900 m)	1:6	1:9	1:4	1:2	2:3	4:5
Laderas (1.900-2.100 m)	1:10	1:7	2:9	2:5	3:4	3:4

El cociente de mezcla para el laderas, presentó la misma tendencia que para los valles, donde la heterogeneidad del bosque crece en la misma medida en que se incrementa el DAP de las leñosas; siendo para la clase con $DAP \leq 4.9$ cm y por cada 10 leñosas, se encontró una nueva especie y para $DAP \geq 30$ cm, la relación es más diversa; donde por cada 4 individuos encontrados; 3 fueron nuevas especies. Estos valores encontrados son relativamente similares para $DAP \geq 40$ cm y mayores con el $DAP \geq 10$ cm registrando una relación 1:6.6 en la formación adyacente de la PPM Chiriuno.

La heterogeneidad en las clases diamétricas como las formaciones topográficas (geoforma) afectan la estructura y la composición florística del bosque, pues influye en la distribución espacio temporal de la materia y la energía, interviniendo la posición topográfica, el grado de inclinación del terreno y el tamaño de la copa; presentando el tipo de suelo una correlación con la posición topográfica, a causa del patrón de movimiento del agua a través de la ladera, variando la composición florística (Johnston 1992, Parresol 1995; cit. en Scatena 2002).

5. 4. 2. ESTRUCTURA VERTICAL

5. 4. 2. 1. Estructura vertical: fondos de valle

El dosel se desarrolló en un rango entre 9 a 22 m (Cuadro 16); presentando la mayor cantidad de 177.2 ± 25.3 de arbustos y árboles (93 spp.), en promedio entre los 4 a 12 m de altura y con 3.5 a 14.5 cm de diámetro.

Cuadro 16. Número de individuos absoluto (relativo), características por estratos y PTM; en los fondos de valles (1.700-1.900 m).

PTMs	ESTRATOS (ABUNDANCIA)			CARACTERISTICAS			
	INFERIOR (I)	MEDIO (M)	SUPERIOR (S)	TOTAL	MAX (m)	DOSEL (m)	ESPECIES (I-M-S)
P1	127 (33.1%)	186 (48.7%)	65 (16.9%)	378	28	9-18	30-32-10
P2	69 (24.8%)	98 (35.1%)	107 (38.3%)	274	30	10-20	35-15-11
P3	109 (35.7%)	94 (30.8%)	97 (31.6%)	300	27	9-18	40-27-12
P4	222 (36%)	331 (54%)	46 (7.4%)	599	35	11-22	28-19-7
TOTAL (X±S)	527 (131.7±10.6)	709 (177.2±25.3)	315 (78.7±8.2)	1551		9-22	
ESPECIES	133	93	40	153			

En el anterior cuadro, P4 (1.910 m) presentó el dosel más alto (11-22 m), concentrando la mayor densidad 331 (54 %) de individuos, con árboles emergentes que alcanzan una altura máxima y aproximada de 35 m.

Las especies con distribución vertical continua (amplitud de 5 m) fueron 5, se muestran en el Cuadro 17; sin embargo la mayoría de las especies (18 spp. con 32 individuos) no tiene representación en los estratos intermedios, asimismo sobrepasan los 25 m, entre las cuales citamos las 3 más abundantes; *Vismia rusbyi* (9), *Gordonia fructicosa* (3), *Dendropanax inequalipedunculatus* (2).

Cuadro 17. Distribución vertical continua de la abundancia de especies (%) en los fondos de valle (1.700-1.900 m).

ESPECIES	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	≥ a 25	TOTAL
<i>Hedyosmum racemosum</i>	22	31	9	7	3	2	74 (4.8)
<i>Mollinedia cf. racemosa</i>	8	15	2	1	3	1	30 (1.9)
<i>Nectandra cissiflora</i>	2	6	2	3	1	1	15 (1.0)
<i>Guarea kunthiana</i>	3	3	1	3	2	1	13 (0.8)
<i>Guettarda crispiflora</i>	1	1	3	5	1	1	12 (0.8)
SUBTOTAL	36 (2.3)	56 (3.6)	17 (1.1)	19 (1.2)	10 (0.6)	6 (0.4)	144 (9.3)
Otras especies	378 (24.4)	555 (35.8)	361 (23.3)	54 (3.5)	33 (2.1)	26 (1.7)	1407 (90.7)
TOTAL GENERAL	414 (26.7)	611 (39.4)	378 (24.4)	73 (4.7)	43 (2.8)	32 (2.1)	1551 (100)

El estrato inferior alcanzó una densidad media de 131.7 ± 10.6 , siendo en su mayoría especies arbustivas y arbóreas; con alturas que oscilan entre los 1.5 a 11 m, para la mayoría de las PTMs fue el estrato más diverso (28-40 spp.). Entre las

especies restringidas (≤ 9.9 m) se presentaron 19, con mayor abundancia (167), entre ellas citamos a 3; *Chamaedorea pinnatifrons* (51), *Siparuna subinodora* (33) y *Rudgea sp.* 2 con 20 individuos (Anexo 11).

En el estrato medio, se presentaron los árboles, con una abundancia media 177.2 ± 25.3 individuos, con alturas comprendidas entre los 9 a 22 m aproximadamente, solamente 3 spp. presentaron restricción; *Tetrorchidium andinum*, *Beilschmiedia cf. latifolia* y *Rhodostemonodaphne kunthiana* cada uno con 2 individuo.

El estrato superior para esta subformación, presentó una baja densidad media 78.7 ± 8.2 de árboles, al que alcanzan desde la altura de 22 m hasta 35 m, los más altos. Las especies arbóreas propias del dosel que se encuentran por encima de 20 m y no sobrepasan los 25 m, son 5: *Casearia cf. nigricolor*, *Inga striata*, *Nectandra sp. 1*, *Eugenia florida* y *Meliosma herbertii* con un individuo cada uno. Sin embargo 2 spp. no están presentes por debajo de 15 m y llegan también a sobrepasar los 25 m: *Cecropia tacuna* (5) y *Myrsine coriacea* (3), correspondiendo aparentemente al gremio de las esciófitas parciales (oportunistas de claros) lo que indica que estas se establecen al momento de producirse claros en este bosque.

El presente estudio fue similar en la altura (> 25 m) del dosel y la distribución de los individuos en los estratos de los bosques de: Chiriuno, Mamacona, como en el PN-Cotapata (La Paz) y La Centinela (Santa Cruz).

Schulz (1960, cit. en Wadsworth, 2000) describe a las especies típicas del dosel en bosques primarios como relativamente tolerantes a la sombra; estas especies difieren de las intolerantes sólo en que para germinar no necesitan luz (y quizás necesiten oscuridad), porque crecen más despacio en las etapas de plántula y brinjal que las especies exigentes de luz; sin embargo en una etapa más avanzada, la necesidad de obtener más luz se convierte en un factor esencial para la mayoría de las especies del estrato medio y superior, además durante estas etapas, los

requisitos de luz varían enormemente, pero el crecimiento de los árboles de todas las especies, en toda clase de edad es estimulada con una mayor iluminación.

La ausencia de árboles de tamaño mediano debido a distintas tasas de crecimiento, suponiendo que los árboles pasan por el tamaño mediano más rápidamente que por los tamaños pequeño y grande; la razón de esa ausencia de tamaños medianos se debe a que el reclutamiento de árboles se había discontinuado en algún momento pasado (Baur 1964b, Jones 1955, 1956; cit. en Wadsworth, 2000).

Estas variaciones de la posición vertical, de algunas especies en los diferentes estratos del bosque, son coincidentes con lo sustentado por Lamprecht (1990) y BOLFORD *et al.* (1997) por el que las especies arbóreas se desarrollan en altura hasta alcanzar las mejores posiciones lumínicas (menos tiempo), para luego entrar en una fase de desarrollo diamétrico (tarda más tiempo).

5. 4. 2. 2. Estructura vertical: laderas

En ésta subformación, el dosel alcanzó desde los 5 hasta 20 m, aunque para la mayoría de las PTMs este varió entre 5-12 m, (Cuadro 18) exceptuando en P9 (2.030 m) donde este fue menor (5-10 m). Sin embargo el estrato superior llegó hasta los 30 m aproximadamente, con la mayor densidad media 153 ± 19.2 de árboles, aunque la diversidad se concentro en el estrato inferior con 92 especies.

Cuadro 18. Número de individuos absoluto (relativo), características por estratos y por PTM; en las laderas (1.900-2.100 m).

PTMs	ESTRATOS (ABUNDANCIA)			CARACTERISTICAS			
	INFERIOR (I)	MEDIO (M)	SUPERIOR (S)	TOTAL	MAX (m)	DOSEL (m)	ESPECIES (I-M-S)
P5	79 (20%)	126 (32%)	186 (47%)	391	25	6-12	21-21-19
P6	36 (12%)	156 (54%)	81 (28%)	273	25	6-12	16-19-20
P7	40 (12%)	161 (47%)	139 (40%)	340	18	6-12	13-18-17
P8	333 (67%)	127 (25%)	38 (8%)	498	30	10-20	35-8-3
P9	15 (3%)	142 (29%)	321 (67%)	478	17	5-10	7-15-12
TOTAL (X±S)	503 (100.6±10)	712 (142.4±11.8)	765 (153±19.2)	1982		5-20	
ESPECIES	92	81	71	105			

Esta subformación presentó en P8 (2.000 m) la mayor diversidad (35 spp.) que se concentro en el estrato inferior, como la mayor densidad 333 (67 %) árboles y arbustos, presentando además el dosel más alto (10-20 m).

La mayoría de las especies se agruparon entre 3 a 10 cm de diámetro y una altura entre 4 a 9 m, las especies arbóreas para este rango son mucho más pequeñas. La única especie con distribución vertical continua fue; *Clethra elongata* (Cuadro 19); sin embargo otras especies alcanzaron el dosel del bosque aunque no estuvieron distribuidas en todas las clases.

El estrato inferior presentó una densidad media 100.6 ± 10 entre árboles y arbustos con alturas que oscilan entre 1.5 a 5 m, presentando además la mayor diversidad de leñosas (7-35 spp.), entre ellas se registraron 7 spp. restringidas, con 8 individuos, que fueron: *Miconia sp. 10* (2), *Nectandra cissiflora*, *Graffenrieda cucullata*, *Piper sp. 3*, *Nectandra sp. 3*, *Perrottetia gentryi* y *Ocotea aciphylla* representados con un solo individuo (Anexo 11).

Cuadro 19. Distribución vertical continua y parcial de la abundancia de especies (%) en las laderas (1.900-2.100 m).

ESPECIES	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	≥ a 25	TOTAL
<i>Clethra elongata</i>	2	8	3	7	3	3	26 (1.3)
<i>Myrsine coriacea</i>	35	44	3	-	-	1	83 (4.2)
<i>Richeria grandis</i>	1	6	5	1	-	1	14 (0.7)
SUB TOTAL	38 (1.9)	58 (2.9)	11 (0.6)	8 (0.4)	3 (0.2)	5 (0.3)	123 (6.2)
Otras especies	624 (31.5)	996 (50.3)	195 (9.8)	37 (1.9)	5 (0.3)	-	1857 (93.8)
TOTAL GENERAL	662 (33.4)	1054 (53.2)	206 (10.4)	45 (2.3)	8 (0.4)	5 (0.3)	1980 (100)

El estrato medio estuvo representado por una densidad media de 142.4 ± 11.8 árboles, con 81 especies con alturas que oscilaron entre 5 a 20 m, la diversidad se concentró entre 8 a 21 spp., en la misma, la única especie restringida fue: *Gordonia fruticosa* con 5 individuos. Sin embargo el mayor diámetro medio (22.4 cm), fue registrado por *Guatteria boliviana* (Annonaceae) con un altura de 11 m aproximadamente.

El estrato superior presentó alturas aproximadas y superiores a los 20 m, hasta los 30 m, con una densidad media de 153 ± 19.2 árboles, manifestando la menor diversidad (3-20 spp.) y no existió ninguna especie restringida.

Entre las características de las especies arbóreas dominantes, tienden a ser: 1) bien adaptadas al sitio; 2) diseminadoras de semilla abundante y frecuente; 3) relativamente capaces de tolerar la sombra en su juventud; 4) capaces de aprovechar aperturas del dosel; 5) de alta estatura y 6) de copas bastante densas (Baur 1964a, cit. en Wadsworth 2000).

La gran cantidad de árboles empiezan a crecer, pero pocos llegan a alcanzar gran tamaño, aunque muchos desde luego, son de tamaño pequeño al alcanzar la madurez (Wadsworth, 2000). Además el destino de cada árbol obedece a su capacidad de tolerar o dominar a sus vecinos, lo que a su vez depende, en parte a la capacidad relativa de su sistema radicular para obtener agua y nutrientes, como la de sus copas para alcanzar una iluminación adecuada.

Los bosques pluviales, generalmente alcanzan una altura entre 25 a 40 m, siendo la mayoría de los árboles pequeños en los bosques primarios (Baur, 1964b; cit. en Wadsworth, 2000), una comparación con la estructura vertical de otros sitios del Neotropico; así en Ecuador se evaluaron los bosques perturbado y no perturbados de La Loja; en un gradiente altitudinal entre 1.850 a 2.110 m donde; presentaron similitudes en las alturas del dosel (25-35 m llegando las emergentes hasta 35 m), coincidiendo con el presente estudio.

Se descubrió, a medida que aumenta la elevación, la altura de los árboles en los bosques muy húmedos tropicales se reduce (p.e. de 42 a 2 m), junto a la riqueza y composición de especies, como el tamaño de las hojas, la producción de raíces fúlcreas y el número de trepadoras, así el límite superior de ocurrencia de las especies probablemente está determinado por la temperatura, mientras que el límite

inferior lo determina probablemente la competencia como el efecto de suelos pobres (Grubb 1977, cit. en Wadsworth, 2000).

5. 5. DIVERSIDAD BETA (β)

Llamado también diversidad entre habitats, (comunidades) a través de variaciones o gradientes ambientales, se comparó entre muestras a partir de datos cualitativos o cuantitativos de la vegetación, detectando el grado de heterogeneidad entre PTMs:

5. 5. 1. Similitud florística de la riqueza de especies

Para establecer la similitud o desimilitud entre las especies que se comparten o se ganan con la influencia de los gradientes ambientes asociadas a la altitud, se utilizó el método más común; el índice o coeficiente de similitud de Sørensen (1948), en el Cuadro 20, indica que el índice medio de similitud florística calculado entre las parcelas de fondos de valle y laderas; fueron semejantes entre 42.45 y 51.13 % respectivamente; para la totalidad de PTMs fue de 36.3 % lo que significa que una especie fue seleccionada aleatoriamente con una probabilidad del 36.3 % de pertenecer a ambos sitios.

Cuadro 20. Similitud florística mediante el Índice Sørensen entre las 9 PTMs (Los valores en la diagonal corresponden al número de especies por parcela, el índice en porcentaje por encima de la diagonal y por debajo subrayadas, el número de especies comunes entre parcelas).

PTMs (msnm)	FONDOS DE VALLES				LADERAS				
	1715	1850	1850	1910	1936	1945	2000	2010	2030
P1 (1715)	74	45.26	38.22	41.18	35.97	27.74	25.40	19.51	14.41
P2 (1850)	<u>31</u>	62	48.61	42.28	41.27	37.10	30.09	25.45	18.37
P3 (1850)	<u>30</u>	<u>35</u>	81	39.16	35.62	34.72	25.56	18.46	10.17
P4 (1910)	<u>28</u>	<u>26</u>	<u>28</u>	60	38.40	32.52	30.36	22.02	18.56
P5 (1936)	<u>25</u>	<u>26</u>	<u>26</u>	<u>24</u>	63	57.14*	64.35*	53.57*	42.00
P6 (1945)	<u>19</u>	<u>23</u>	<u>25</u>	<u>20</u>	<u>36</u>	62	47.79	41.82	28.57
P7 (2000)	<u>16</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>17</u>	<u>37</u>	<u>27</u>	51	56.57*	52.87*
P8 (2010)	<u>12</u>	<u>14</u>	<u>12</u>	<u>12</u>	<u>30</u>	<u>23</u>	<u>28</u>	47	66.67*
P9 (2030)	<u>8</u>	<u>9</u>	<u>6</u>	<u>9</u>	<u>21</u>	<u>14</u>	<u>23</u>	<u>28</u>	36

* Similitud representativa entre PTMs.

La mayor similitud (66.67 %) se presentó entre las PTMs; P8 (2.010 m) y P9 (2.030 m) con 28 spp. en común, mientras que las similitudes menores se registraron en las comparaciones entre las PTMs; P9 (2.030 m) contra P3 (1.850 m) y P1 (1.715 m), con similitudes entre 10.17 a 14.41 % ya que solo comparten 6 y 9 spp. respectivamente; confirmando esta diferencia.

En la subformación topográfica que corresponde a los fondos de valles; las PTMs presentaron una similitud entre 48.61 a 38.22 %; no tan alto como podría esperarse por la proximidad relativa entre las mismas tal como entre P2 y P3 ambas a 1.850 m con 48.6 % de similitud no llegan a expresar dicha cercanía. Mientras que en la subformación de las laderas se presentaron similitudes entre 28.57 a 66.67 %. De acuerdo al mismo índice de Sørensen y calculando para los diferentes gradientes altitudinales por las similitudes encontradas a lo largo del rango altitudinal entre 1.900 a 2.100 m, fueron superiores al 50 %, mientras que entre altitudes desde 1.700 a 1.900 m; presentaron un cambio brusco, mostrando una similitud menor al 40 %.

Las mayores disimilitudes expresadas en la subformación de fondos de valle obedecen al parecer a las variaciones en la composición florística, influenciadas por la presencia de especies raras adaptadas (Figuras 8 y 9); así como los cambios graduales en las condiciones ambientales por cada cambio altitudinal, que es denotada por el sitio.

5. 5. 2. Similitud o disimilitud jerárquica de las parcelas temporales de muestreo

Para establecer dicha similitud o disimilitud jerárquico en y entre las 9 PTMs se utilizó el análisis de conglomerados (cluster), para los que se consideraron la abundancia, como la dominancia de especies no raras (presente en 2 o más parcelas), datos que se introdujeron al software PC-ORD ©, contemplando para el tratamiento de datos: la transformación (relativización), el método de unión entre datos, fue por grupos promedio utilizando como medida de distancia la similitud de

Sørensen (Bray-Curtis), considerando en la similitud el criterio de aislar todas aquellas especies raras (que son aquellas que aparecen una sola vez en proporción de 1 individuo) que son 61 spp. (27.7 %), en términos de abundancia representaron el 1.7 %.

El mismo mostró similitudes entre las 9 PTMs; de las dos subformaciones: estableciendo las abundancias de especies (Figura 22). Considerando en el estudio estas 2 subformaciones que responde a la topografía del sector de estudio; las mismas son detectados al 23 % de similitud en este cluster. Siendo menor la similitud entre las 4 PTMs de la subformación de los valles donde la variación de la composición florística es mayor, (similitud entre 23-85 %). Por otro lado en la subformación de las laderas se detecto mayor similitud (57 %) entre las 5 PTMs, además la variación interna es progresiva, al menos para las primeras 3 PTMs en concordancia al incremento de la altitud, influenciado por la reducción de especies, presentando además una alta similitud para las P5-P7 (98 %).

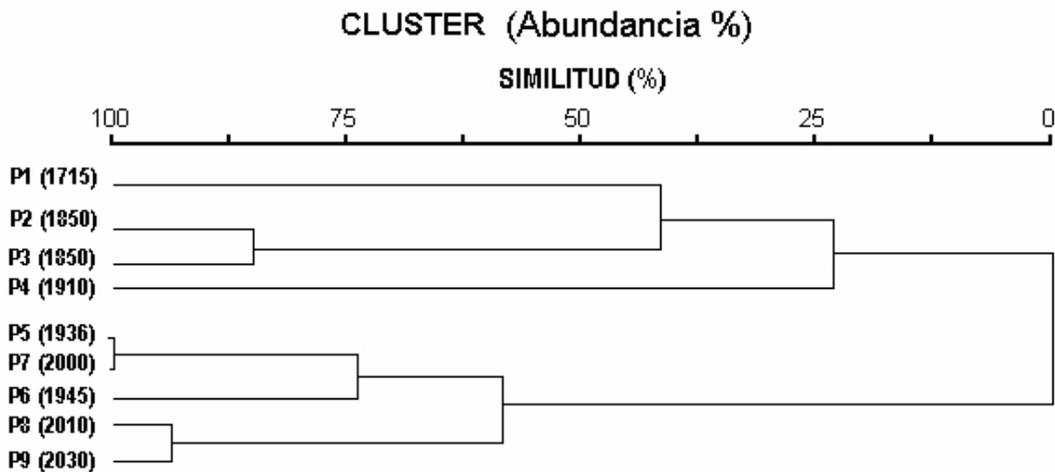


Figura 22. Dendrograma mediante el análisis cluster de la abundancia de especies no raras entre 9 parcelas (P1, P2,...P9).

Sin embargo el análisis cluster considerando las dominancias de especies (Figura 23), no es disímil, aunque la P6 es más similar (53 %) a las PTMs de fondo de valles.

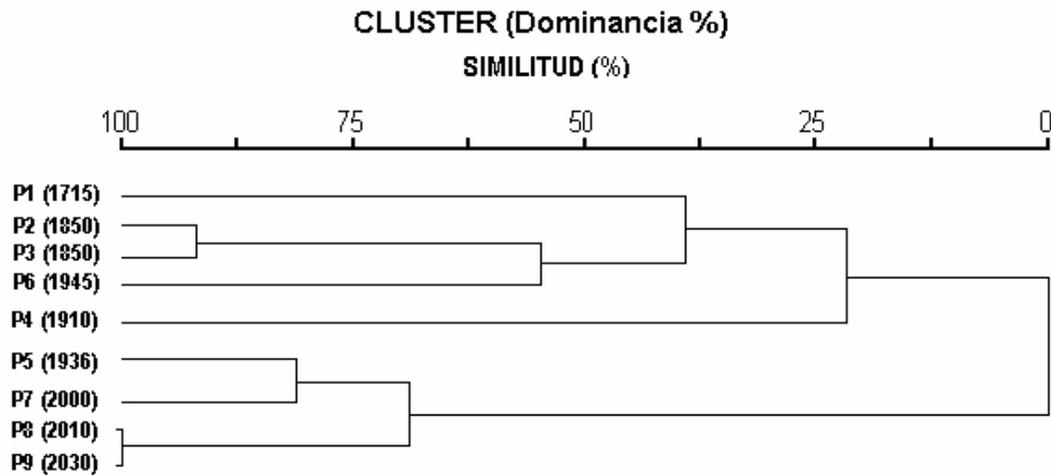


Figura 23. Dendrograma mediante el análisis de aglomeración cluster de la dominancia de especies entre 9 parcelas (P1, P2,...P9).

El análisis de la vegetación con los métodos jerárquicos, es una forma de clasificar, agupar la información compleja, facilitando su interpretación, constituyéndose como técnicas explorativas útiles, muy sensibles. Sin embargo como menciona Feinsinger (2003) se deberá tener cuidado en la manipulación, como la interpretación de datos, ya que pueden tener mayor peso, la historia natural de los especímenes como el medio ambiente, también es importante la apreciación del investigador.

5. 5. 3. Relación estructural entre las parcelas y las especies en las subformaciones de fondos de valle y laderas

Para detectar las relaciones estructurales entre las parcelas y especies de cada subformación se utilizó el análisis de componentes principales (PCA), considerando la abundancia de especies se seleccionó aquellas de mayor importancia (50 %) en la totalidad de las PTMs, luego se procedió a estandarizar (relativización) valores para que ninguna especie reciba un sobredimensionamiento de sus valores, resultando como productos, la matriz de varianza-covarianza.

Alrededor del primer eje con eigenvalue de 13.72 se distribuyeron las parcelas y especies que presentaron uniformidad y diferencias, en la Figura 24 se pueden

apreciar las formaciones topográficas al 41.6 % separando parcialmente el bosque en 2 grupos; (P1, P2, P3 y P4), el otro grupo es una secuencia altitudinal que avanza P6, P5, P8 y P9. Considerando el empleo de la dominancia de especies (Figura 25); presentan las PTMs una tendencia a concentrarse mucho más entre las laderas, con cambios en algunas especies. Las diferencias entre los bosques de ladera y fondo de valle se pueden deber a la influencia de la altitud, topografía, exposición solar, precipitación temperatura etc.

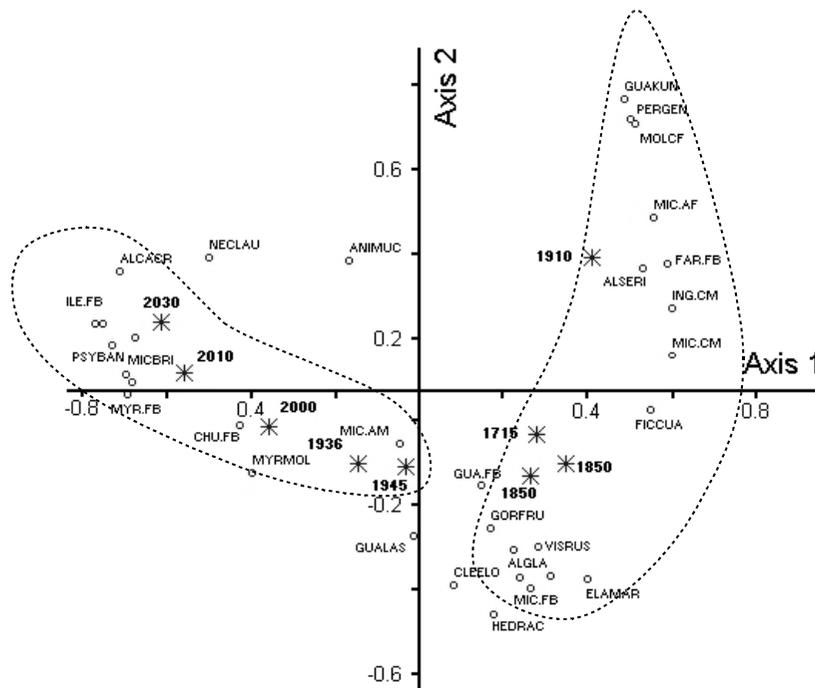


Figura 24. Análisis PCA de la abundancia especies seleccionadas por el IVI representativo (50 %) de 9 PTMs de la serranía de Peñalito, (Los asteriscos son las PTMs y los círculos abiertos representan a las especies con nombres abreviadas en mayúscula).

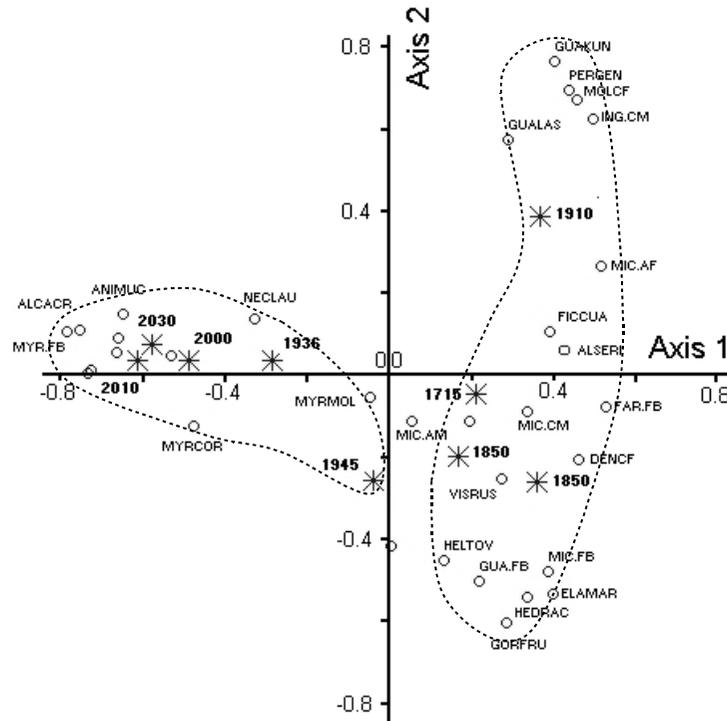


Figura 25. Análisis PCA de la dominancia de especies seleccionadas por el IVI representativo (50 %) de 9 PTMs de la serrania de Peñalito, (Los asteriscos son las PTMs y los círculos abiertos representan a las especies con nombres abreviadas en mayúscula).

Estas técnicas de clasificación multivariante, han sido aplicados recientemente en los trabajos para los bosques en Bolivia, como Toledo *et al.* (2001), BOLFOR (s/a) y Fuentes *et al.* (2004), en este último análisis hace referencia a la influencia de la situación azonal y el mejor drenaje de las áreas de laderas y fondos de valle con mal drenaje, aparentemente el presente estudio y por el análisis empleado tanto de los cluster como el PCA, separan las formaciones en función a la topografía como factor principal, asimismo la altitud muestra una fuerte influencia en las PTM de la subformación de laderas, en cuanto a las PTMs de fondo de valle no muestra una relación en cuanto a factores estudiados, pudiendo atribuirse a factores como profundidad de suelo, horas luz, ect.

A mayor escala, otro factor posiblemente sean los regímenes de precipitación (humedad) ya que es un factor clave como indica Gentry (1988) y Kozlowki (1982; cit. en Wadsworth, 2000), influenciado además por los vientos alicios provenientes

de la amazonia, las exposiciones de las laderas mayores del terreno como las propiedades fisico-químicas del suelo (Ribera *et al.* 1996) y la propia adaptación de las especies (Valencia & Jørgensen 1992, cit. en Galvez *et al.* s/a) a estos factores.

5. 5. 4. Relación entre la diversidad beta y las variables ambientales

Para entender y detectar las relaciones entre la diversidad beta y la influencia de los diferentes variables ambientales además de la altitud (*A*) se consideró la posición topográfica (*P*), la exposición solar (*E*) y la pendiente (*T*), las mismas detalladas en el Cuadro 3, como establecer cual de estas aportan más a la diversidad beta se aplicó el análisis de correspondencia canónica (CCA), presentado en el biplano de la Figura 26: donde la variación en la abundancia y la diversidad de las especies asociadas a factores ambientales son expresados por el primer eje, con la relación especies-factores ambientales, presentandose el peso aportado por los coeficientes de correlación en el primer eje (Cuadro 21); con el eigenvalue de 0.67 y el segundo eje 0.52 representado el 19.2 y 15 % del total de varianza respectivamente.

Los dos primeros ejes representaron el 34 % de la variación total de la relación especies-factores ambientales en las especies.

Cuadro 21. Análisis de correspondencia canónica de los 3 ejes estadísticos y las varianzas en porcentaje (%) parcial y total.

ESTADISTICOS	Axis 1	Axis 2	Axis 3
Eigenvalue	0.67	0.52	0.51
Variance in species data % of variance explained	19.2	15.0	14.6
Cumulative % explained	19.2	34.1	48.7
Pearson Correlation, Spp-Envt*	0.98	0.99	0.98
Kendall (Rank) Corr., Spp-Envt	0.67	0.94	0.89

Correlación entre muestra para un eje derivada de los datos por especie y de las muestras que son combinaciones lineares de las variables ambientales. (3.505 datos de especies).

El porcentaje de la varianza en la comunidad, es explicado por el primer eje, (Cuadro 22) que está asociado a la posición topográfica (*P*), presentando un alto valor de correlación positiva ($r = 0.88$); seguido por la exposición (*E*) y la pendiente (*T*); sin embargo la altitud ($r = -0.61$) se opuso a esos factores.

Cuadro 22. Ínter correlación de los gradientes ambientales con los ejes estadísticos (CCA).

Variables	Axis 1	Axis 2	Axis 3
1 Altitud (<i>A</i>)	-0.616	-0.060	0.090
2 Topografía (<i>P</i>)	0.885	0.078	-0.060
3 Exposición (<i>E</i>)	0.746	-0.470	-0.124
4 Pendiente (<i>T</i>)	0.656	0.163	-0.224

Algunas de las especies como; *Pouteria pubescens*, *Myrciaria sp.*, *Miconia brittonii*, entre otras, en la Figura 26; de acuerdo al CCA; están más asociadas y favorecidas positivamente por la posición topográfica (primer eje) solo desarrolladas en las PTMs de ladera de la serranía, al mismo tiempo son afectadas por la exposición; en forma positiva, como para las especies; *Nectandra laurel*, *Guatteria sp. 1*, *Alchornea acroneura*, distribuidas en las parcelas de ladera a mayor altitud con exposición principalmente norte-noroeste, donde se desarrollan abundantemente.

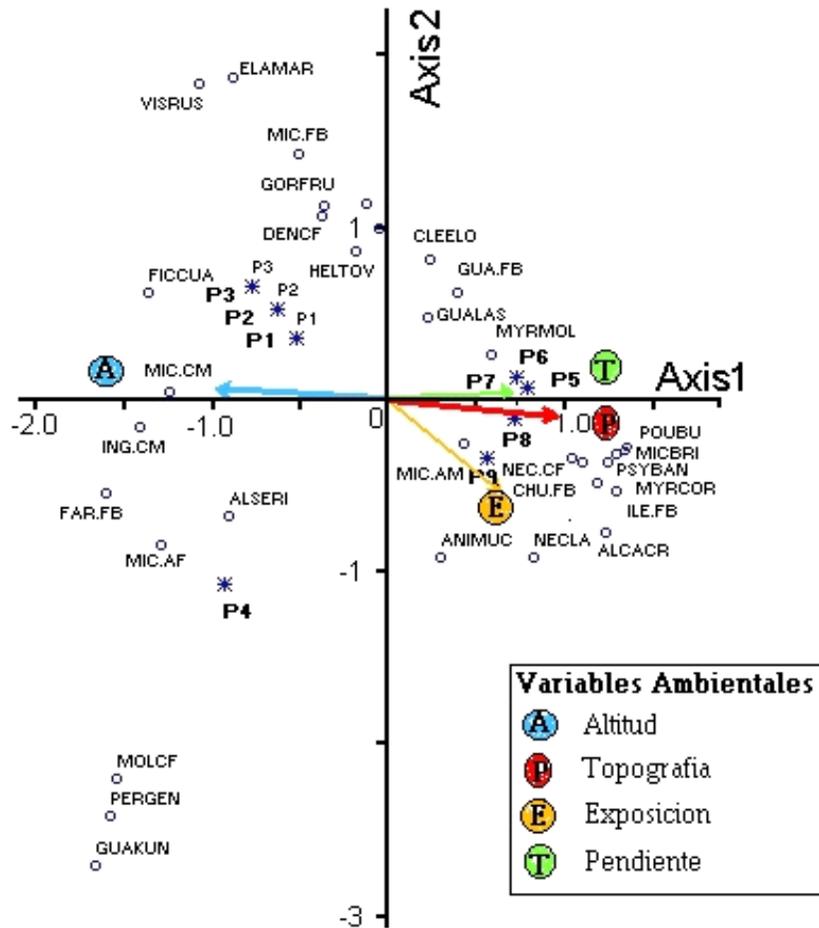


Figura 26. Análisis CCA de las especies más abundantes y representativas (IVI 50 %) influenciadas por los gradientes ambientales en 9 PTMs.

La distribución de algunas especies, denotan el efecto de la altitud que se muestran en el primer eje negativo distribuidas principalmente solo en las PTMs de fondo de valle; *Elaeagia mariae*, *Vismia rusbyi*, *Hedyosmum racemosum* entre las más abundantes, además las especies; *Guarea kunthiana*, *Faramea sp. 2*, *Perrottetia gentryi* que son influenciadas en mayor grado desarrollándose mejor.

Los bosques de la Reserva Biológica San Francisco al Sur del Ecuador (Galvez *et al.* s/a), presentaron la distribución de lauráceas (*Ocotea-Nectandra*) dominantes entre 1.850 a 2.100 m en laderas pronunciadas y protegidas del viento, que se

asemejan al mismo patron de distribución observado en el presente estudio como es la especie *Nectandra laurel*.

En el PN-Carrillo (Venezuela entre 1.850-2.450 m) la variación de la composición florística y la diversidad (evaluación sistemática nor-oeste vs. sur-este) registró mayor efecto a nivel del microhabitat, como la menor diversidad encontrada; debido a la topografía y la fisiografía relacionadas con la historia geológica y los cambios climáticos del pasado (Cuello, 1996); criterios similares se pueden ampliar a toda la cadena montañosa de los Andes.

Menos conocida es la influencia de la topografía en los distintos tipos de bosques, ya que existe una tendencia clara respecto la cantidad de precipitación siendo mayores en las crestas seguido por las laderas convexas con efecto menos pronunciado (Stadtmüller, 1997) y en las cimas de las colinas en climas muy húmedos están mejor drenadas que los fondos de valles y quizás contengan material recientemente meteorizado, pero también están más expuestas a la erosión. Por el contrario, los fondos de los valles con climas secos, tienen una mayor disponibilidad de humedad y reciben el beneficio de la deposición coluvial, pues en los trópicos, donde los vientos alisios tienen una dirección prevaleciente, como efecto origina una mayor precipitación y erosión en las laderas orientales (Wadsworth, 2000).

En estudios realizados en los bosques montanos (Puerto Rico 1953) que fueron corroborados por Basnet (1992); Wadsworth (2000), demostraron que la topografía local promueve la segregación de especies arbóreas; aún si las colinas y los valles estén muy cerca, los árboles maduros de ciertas especies ocurren principalmente en una de estas zonas y sólo raras veces en la otra. Así p.e. *Dacryodes excelsa*, generalmente se encontró en las cimas de las colinas, mientras que *Guarea guidonia* generalmente se presentó en las laderas más bajas o en el fondo del valle aunque en la evaluación de corroboración, es notorio el efecto de la influencia de los disturbios producidos por los vientos huracanados y por factores antropogénicos.

En Brasil en un bosque semideciduo (Oliveira-Filho *et al.* 1994), se evaluó el efecto topográfico y las propiedades fisico-químicas de los suelos, en una sola unidad de muestreo (3.5 ha), a una altitud de 918 m sin especificar las variaciones altitudinales, con el que coincidimos en los criterios de la influencia a nivel del micrositio, (Givnish, 1999) además indica que se dió mayor efecto de respuesta con la estructura del bosque como los niveles de humedad del suelo.

5. 6. Valoración del uso potencial de la riqueza distribuida en las subformaciones del bosque

De acuerdo a la revisión bibliográfica de la documentación relacionada para estas subformaciones boscosas, sobre las especies registradas (208 spp.) se encontraron referencia de uso actual o potencial para 115 especies (52.75 %) agrupadas en 33 familias, las que poseen algún tipo de uso para el ser humano como para la fauna (Anexo 12). En general, éstas especies se distribuyen en los 2 rangos altitudinales, siendo la riqueza de 93 especies (34.15 %) y 59 especies (18.8%), que potencialmente presentan algún uso en los fondos de valle (1.700-1.900 m) y laderas (1.900-2.100 m) respectivamente (Cuadro 23).

Cuadro 23. Distribución de especies utiles potenciales (ex=exclusivas de la formación, u=varias utilidades) y su abundancia=ABUN, con sub totales en (%) por rango altitudinal.

USO POTENCIAL	Fondos de valle (1.700-1.900 m)	Laderas (1.900-2.100 m)	Comunes
Alimentación	12	4	14
Medicinal	21	6	18
Artesanal	5	6	3
Madera	34	17	29
Otros	20	8	18
Sub total (u)	14 (8.54)	14 (11.96)	14 (6.42)
Sub total (ex)	56 (34.15)	22 (18.80)	37 (16.97)
TOTAL ESPECIES	93 (56.70)	59 (50.42)	115 (52.75)
Sub total ABUN (u)	164 (10.34)	311 (15.45)	350 (9.72)
Sub total ABU (ex)	525 (33.10)	295 (14.66)	1549 (43.05)
TOTAL ABUNDANCIA	1119 (70.55)	1250 (62.12)	2369 (65.84)

Las abundancias de las especies con uso potencial son mayores para los fondos de valles con el 70 % (56 spp. exclusivas) y el 62 % (22 spp. exclusivas) en las laderas y compartiendo entre ambas el 66 % de los individuos. En el rango de los fondos de valle (1.700-1.900 m) y laderas (1.900-2.100 m) 14 spp. (*Miconia spp.*) presentaron usos potenciales múltiples y variado del uso denominado comúnmente como productos no maderables; tanto como frutal (1), medicinal (1), leña (4) y hospedero de orquídeas (6) detallado en el Anexo 12.

Algunas especies dentro de las Lauraceas (*Aniba muca*, *Ocotea oblonga*) guardan relaciones interespecíficas con la fauna como la frugivoría por aves (Rios *et al.* 2005) y en general con la fauna, tales como ranas o peces, mariposas, tortugas y anfibios, entre otros (ECO, 2000). Además se reportaron para la familia; Melastomataceae y la taxa de las Pteridophytas (helechos) como especies indicadoras de sitio (Tuomisto & Ruokolainen, 1998), entre otras especies para describir patrones sobre distribución como la fertilidad del suelo (Tuomisto & Ruokolainen, 2002).

Del total de las especies arbóreas con uso potencial, se registraron en ambas formaciones, 29 especies que son utilizadas por su **madera** en mayor o menor grado (por su calidad o en las construcciones, postes o finalmente como leña). Asimismo el uso **medicinal**, en su procedencia principal de hojas, corteza, resina, también las tóxicas (venenosas), potencialmente se identificaron entre ambas formaciones 18 especies, presentando una mayor riqueza en los fondos de valles. En cuanto al uso **alimenticio** (frutos y aceites) tanto para el ser humano como la fauna (frugivoría por aves) se registraron 14 spp. Finalmente en la categoría de especies con usos **artesanales**, con aplicaciones en la curtiembre, colorante y ornamental se registraron e indican potencialmente, similares riquezas en especies (3 spp.), siendo común solo 3 especies para ambas subformaciones.

En la categoría correspondiente a **otros** usos, se registraron en ambas subformaciones 18 spp., para aplicación diversa, como en los sistemas

agroforestales, silvopastoriles, la protección de riveras o la relación con las orquídeas como hospederos, entre otras.

Sin embargo no se ha prestado atención a los productos “no maderables del bosque”, a pesar de que existen varios estudios que sostienen que su valor podría superar en el largo plazo al de la madera y no se ha llegado a un consenso de que el uso sostenible de los no maderables, puedan cubrir el costo de oportunidad de la actividad maderera. (Peters *et al.* 1989, Pinedo-Vasquez *et al.* 1992; cit. en ECO, 2000). Es necesario mencionar que el aprovechamiento o la extracción de cualquier especie o parte vegetal, involucra necesariamente el desarrollo de planes de manejo para ser sostenibles (MDSMA, 1997), más aun si van a ser comercializados; principalmente para las especies con peligros por su vulnerabilidad, causando su extinción (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources 2004).

Al mismo tiempo estos ecosistemas están en peligro (Scatena 1993; cit. en Stadtmüller, 1997; Brown & Kappelle 2001) y se encuentran amenazados, siendo incierta su conservación, como al nor-oeste del Perú y al sur-este del Ecuador (Weigend *et al.* 2005) con formaciones similares al presente estudio, que una vez intervenidas antropogénicamente (Ribera *et al.* 1996, Hamilton, 2001), se transformaron en bosques fragmentados, cortando el flujo de la biodiversidad.

Los bosques montanos caracterizados por su alta fragilidad, deberían pertenecer a la categoría de **protección absoluta** (Stadtmüller, 1997) cuya importancia radica en los **servicios ambientales**, ponen en relieve los beneficios económicos, entre los 3 principales (Scherr *et al.* 2004) están; la **protección de cuencas** con la regulación de caudales, mejorando la calidad del agua, el suministro hídrico y la protección del hábitat, lo que representa un estratégico valor económico, con implicancia directa en la vida, las actividades agrícolas y pecuarias de las poblaciones de las partes bajas de las cuencas que dependen de los flujos regulares de agua que se originan

(Torrez, 2005), en el presente caso, nace el río Chiriuno contribuyente de los ríos Tuichi, Beni.

Actualmente alrededor del 30 % de ciudades más grandes del mundo dependen de los bosques para obtener los recursos hídricos, los que pueden ofrecer suficientes incentivos para el mantenimiento de la cubierta forestal, considerando las proyecciones por la demanda de agua, se duplique o triplique en los siguientes 50 años en los países en vías de desarrollo.

Otro de los servicios ambientales es el de **protección de la biodiversidad** para la conservación del hábitat y de las especies, la información genética, química almacenada evolucionada y las funciones del ecosistema como la polinización, entonces el bosque constituye un laboratorio fundamental, tanto desde el punto de vista de la investigación en diversas ciencias de la naturaleza, como del desarrollo de distintos servicios educativos, además como base para el desarrollo del turismo ecológico. A nivel mundial se encontró, de 72 casos de mercados de biodiversidad (hierbas medicinales), 63 casos están en 28 países de la región tropical.

Finalmente la **captura de carbono** donde los bosques desempeñan un papel significativo para mitigar las emisiones mundiales de carbono, con el suministro de servicios de captura y almacenamiento de carbono; siendo los bosques quienes desempeñan este papel (reforestación y forestación) contemplados en el Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto (1997-2005).

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6. 1. CONCLUSIONES

Ambas subformaciones están situadas en un Bosque Yungueño Montano Pluvial, encontrándose en el sector biogeográfico de los Yungas del Beni.

Tanto los fondos de valles como las laderas constituyen una continuación y alternancia de la composición florística y diversidad, donde la presencia de la familia Melastomataceae (*Miconia spp.*) como Poaceae (*Chusquea spp.*), manifiestan un efecto claro de perturbación natural constante, incidiendo directamente en la amplia adaptación de las especies de estas familias; en las laderas de esta subformación presentan una mayor frecuencia de perturbación. En cambio en los estables fondos de valle la riqueza de la familia Rubiaceae encuentra su mayor diversidad a diferencia de las Melastomataceae.

En el rango altitudinal estudiado la diversidad expresada por el número de las familias y especies presentes, se reduce con la altitud, pero la topografía explica mejor la variación en la riqueza de especies, además se manifiestan efectos de otros factores ambientales no evaluados. La diversidad beta (expresado por el índice de Sørensen), es mayor entre subformaciones, ya que presenta una menor (36.6 %) similitud entre si y una mayor similitud entre parcelas de una misma subformación (42.45 % de similitud promedio para fondos de valles y de 51.13 % para laderas), confirmando las diferencias antes mencionadas atribuidas a la topografía.

Las lianas presentan una diversidad media y menor abundancia (2.9 a 2.6 indiv. / 0.1 ha) en comparación con otros sitios del Neotrópico. La composición de lianas en fondos de valle y en laderas, esta dominada por la familia Asteraceae siendo la más representativa para esta subformación de bosque, que es acompañada por *Dalbergia frutescens var. tomentosa* (Fabaceae), en baja abundancia y frecuencia. Siendo necesario completar estas observaciones en otras áreas, para confirmar la

exclusividad de hábitat de algunas especies de los géneros; *Mendezia* y de la especie *Critoniopsis boliviana*.

La diversidad a lo largo de este rango altitudinal del bosque yungueño montano pluvial, es uniforme, la composición es altamente heterogénea, siendo esta propia de los bosques tropicales primarios. Sin embargo la diversidad observada con el rango especies-abundancia, establecen la influencia de las especies raras en mayor grado en la subformación de fondos de valle (53 spp.) que en las laderas (28 spp.). Pero en general las especies raras son las que más contribuyen a la diversidad y hacen que ninguna curva área-especie llegue a estabilizarse, mostrando un cambio gradual y continuo de la vegetación, con relación inversa frente a la altitud.

Las familias de mayor riqueza de los bosques Yungueños montañosos pluviales, dentro del rango altitudinal caracterizados por los fondos de valle y laderas son; Melastomataceae como Rubiaceae, seguidos por Lauraceae, Asteraceae y Moraceae consideradas como las familias andinas más diversas.

Las familias más representativas, para el rango 1.700-1.900 m. (fondos de valle) expresadas por la importancia ecológica fueron; Melastomataceae, Rubiaceae, Cyatheaaceae, Lauraceae, Chlorantaceae, Myrtaceae y Euphorbiaceae, mientras que las familias distribuidas en el rango 1.900-2.100 m. (laderas) fueron; Lauraceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae y Clusiaceae.

En la subformación de los fondos de valle, con 20 spp. se constituyen el número representativo para expresar el IVI, mediante el peso ecológico y entre las 5 más importantes fueron; *Alsophila erinacea*, *Hedyosmum racemosum*, *Dendropanax inequalipedunculatus*, *Alchornea glandulosa* y *Miconia* sp. 3.

Mientras que en las laderas es menor (15 spp.) y entre las 5 spp. más representativas con mayor peso ecológico fueron; *Alchornea acroneura*, *Chusquea* sp. 2, *Miconia brittonii*, *Psychotria bangii*, y *Nectandra* cf. *membranaceae*.

Las distribuciones diamétricas y alimétricas presentaron la forma de “J” invertida, aunque no para todas las parcelas, la cual es una representación proporcional de las diferentes etapas del desarrollo del bosque, propiedad de las esciófitas parciales y totales y constituyen el conjunto de las poblaciones (diversidad) como las leyes que la gobiernan (disturbios, competencia, regeneración, crecimiento y mortalidad). Asimismo la heterogeneidad de los bosques expresada por el cociente de mezcla a nivel de clases diamétricas en ambas formaciones, presentaron la misma tendencia que indica que la diversidad se incrementa en la medida en que el DAP también se incrementa.

La dominancia de las leñosas en fondos de valle ($4.32 \pm 0.597 \text{ m}^2 / 0.1 \text{ ha}$), es intermedio y se reduce a la mitad en las laderas ($2.73 \pm 0.201 \text{ m}^2 / 0.1 \text{ ha}$); decreciendo el incremento basal a partir de $\text{DAP} \leq 10 \text{ cm}$ hasta un $\text{DAP} \leq 40 \text{ cm}$; de donde nuevamente recobra su incremento, para ambas subformaciones como para los sitios andinos del Neotropico.

La altura del dosel presentó árboles de menor tamaño en ambos rangos altitudinales, siendo en los fondos de valle (9 hasta 22 m con 93 spp. y 177.2 ± 25.3 indiv. / 0.1 ha) relativamente mayores frente al estrato superior de las laderas (5 hasta 20 m con 71 spp. y 153 ± 19.2 indiv. / 0.1 ha).

La valoración de la riqueza por su uso potencial, tanto para el hombre como para la fauna silvestre se agrupó en 33 familias, 115 especies (53 %) distribuidas en ambas subformaciones, la riqueza florística con uso potencial es mayor en los fondos de valle con 93 especies (34 %) y menor en las ladera con 59 especies (19 %), que potencialmente presentan algún uso. Siendo la mayor valoración potencial para uso maderable seguido por el medicinal y la aplicación en otros usos.

El aprovechamiento de las especies arbóreas y arbustivas distribuidas en estas subformaciones y en general en los bosques pluviales montanos en el largo plazo constituyen en una alternativa de desarrollo para el hombre, que debería ser de muy

bajo impacto para el medio ambiente, considerando que las características de estos ecosistemas son de alta fragilidad. Asimismo se considera como el mayor uso, los servicios ambientales, con la protección; de cuencas, de la biodiversidad como base para investigación y el desarrollo de ecoturismo, finalmente la captura y almacenamiento de carbono.

6. 2. RECOMENDACIONES

El presente estudio es una muestra y una contribución al conocimiento de la diversidad florísticas y estructural de las leñosas distribuidas en un bosque montano yungueño pluvial que se encuentran en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado-Madidi, siendo valido para áreas similares en vegetación; principalmente zonas de amortiguamiento en las áreas protegidas, desde un enfoque ecológico y biológico de las especies, como así también de los factores ambientales que inciden en ellas; aspectos que podrán considerarse en los programas de desarrollo, apoyando a la identificación de las prioridades en acciones de conservación en estos ecosistemas montañosos frágiles.

Estas formaciones altitudinales de los Yungas; como en otras áreas más ampliadas de las zonas de amortiguación de las áreas protegidas, son vulnerables por la relación inversa entre la pobreza vs la conservación, como cosecuencia genera la ampliación de la frontera agrícola y ganadera a traves de la roza, tala y quema que pueden convertirse en incendios, muchas veces no pueden controlarse, creando impactos negativos; incidiendo directamente, ya que a la vez estas formaciones boscosas se constituyen en refugios de biodiversidad con los mayores índices de endemismos por su relación con la fauna silvestre, los cuales requieren la implementación de medidas combinadas entre los planes de manejo y aprovechamiento sostenible y la conservación.

Las metodologías empleadas (parcelas de muestreo temporal con DAP ≥ 2.5 cm / 0.1 ha) permiten una valoración más rápida y eficiente, con menor costo frente a las Parcelas Permanentes de Muestreo; que permite conocer una mayor diversidad de

un sitio, por lo que es necesario estandarizarla frente a los otros métodos desarrollados, para así tener mejor grado de comparación con otros áreas distribuidas con estratificación altitudinal, en las mismas formaciones boscosas, pudiendo incorporarse otras variables (ambientales, biodiversidad).

Para la buena representación de las colectas por especímenes fértiles se pueden considerar los estudios que han comenzado a incrementarse sobre fenología, dispersión de semillas y frutos en los bosques montanos, los que podrán permitir una mejor planificación para las exploraciones de diversidad complementarias, como al mismo tiempo, poder recabar datos de precipitación y temperatura de los sitios explorados.

Para la explicación de la composición, estructura y dinámica en los bosques montanos, es imprescindible complementar con estudios de los procesos de mortalidad, reclutamiento y regeneración en sistemas dinámicos considerando su relación con la fauna.

La falta de la aplicación directa del conocimiento de la diversidad de la vegetación, en las actividades de conservación donde la botánica puede colaborar más directa y conjuntamente, mediante la valorización local del conocimiento, como del uso; permitiendo por su importancia; priorizar áreas y acciones, desarrollando la bioingeniería para conservación de obras viales, así también la concientización de los actores (desde el campesino hasta la ciudadanía en general) y obtener bases de alternativas sustentables de aprovechamiento para las comunidades (plantas medicinales, árboles nativos no maderables favoreciendo al bosque protector, zocriaderos y actividades de desarrollo de bajo impacto como el turismo etc.).

Los beneficios para considerar contribuciones de pagos por servicios ambientales por la regulación hídrica de estas formaciones, que gestionando adecuadamente podrían contribuir al mejoramiento, mantenimiento del nivel de vida de las comunidades, la biodiversidad; favoreciendo la sostenibilidad y la conservación más efectiva de estos bosques montanos.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Araujo, N. & S. Cuellar (2003) Apuntes acerca del los vacíos de conservación. Pp: 407, 408. En P. Ibsch & G. Merida (eds.) Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra.
- Araujo-Murakami, A. & R. Seidel (2003) Diversidad de especies leñosas con DAP \geq 2.5 cm. en la zona del Río Quendque, PN-ANMI Madidi. Pp. 3. En Resúmenes II Reunión Nacional sobre investigación forestal. Hacia el manejo forestal sostenible: Logros y estrategias para la investigación forestal en Bolivia BOLFOR, CETEFOR, ESFOR. Cochabamba.
- _____ et al. (2005) Composición florística y estructura del bosque Amazónico preandino en el sector de Arroyo Negro PN-Madidi. *Ecología en Bolivia*. 40(3): 281-292.
- Asbun, M. (1995) Estudio Florístico del Estrato Arbóreo de la Siberia Tesis de grado para optar el título de Licenciatura en Biología. UMSS. Cochabamba. Pp: 12-14.
- Bach, K. et al. (2003) Vegetación, suelos y clima en los diferentes pisos altitudinales de un bosque montano de Yungas, Bolivia: primeros resultados PN-Cotapata. *Ecología en Bolivia*. La Paz. 38(1): 3-14.
- Bascopé, F. (2004) Estructura y composición de la flora de un Bosque humedo montano en el PN-Madidi. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Forestal. Universidad Autonoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz. 54 p.
- Basnet, K. (1992) Effect of topography on the Pattern of Trees in Tabonuco (*Dacryodes excelsa*) Dominant Rain Forest of Puerto Rico. The New York Botanical Garden. New York. *Biotropica* 24 (1): 31-42.
- Beck, S. (2002) Vegetación en las montañas de Bolivia. Tres ejemplos. HNB-Instituto de Ecología (UMSA) Memorias del encuentro Desarrollo de los ecosistemas de montaña y biodiversidad en Bolivia. Ed. Gonzalo Zambrana Cochabamba Bolivia. 83 p.
- BOLFOR et al. (1997) Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. Manual técnico. 2da Edición (2001) corregida y aumentada OMIT, BOLFOR, PANFOR. Cobija. 77 p.
- _____ et al. (2000) Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Editorial País. BOLFOR. Santa Cruz. Pp: 8, 9, 31-51.
- _____(s/a) Estructura y composición florística de los bosques en el sector de Pando

Informe II USAID/Bolivia. 36 p.

- Boyle, B. (1996) Changes on altitudinal and latitudinal gradients in Neotropical montane forests. Degree of Doctor of Philosophy. Washington University Division of Biology and Biomedical Sciences. St. Louis, Missouri. 280 p.
- Brown D. & M. Kappelle (2001). Introducción a los bosques nublados del Neotropico una síntesis regional. Pp 27-40. En M. Kappelle & D. Brown (eds.) (2001) Bosques Nublados del Neotropico. 1ra Edición. INBIO-FUA-UICN Santo Domingo de Heredia Costa Rica.
- Burnham, R. (2000) Bejucos del Parque Nacional Yasuní y su importancia en los bosques tropicales. Pp: 71. En: Asanza et al. (2001) (eds.) La Botánica en el nuevo milenio resúmenes del tercer congreso ecuatoriano de botánica. Quito.
- Busmann, R. (2005) Bosques andinos del sur de Ecuador, clasificación, regeneración y uso. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Perú. *biol.* 12(2): 203 – 216.
- Cabrera, W. (2004). Composición florística y estructura de la vegetación de un Bosque montano húmedo en la región central del Area Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz-Bolivia. Tesis para obtener el grado de licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Mayor de San Andres. La Paz. 72 p.
- Cahuaya, C. (2001) Análisis cualitativo y estructural de especies maderables en la zona del el Porvenir-San Buenaventura. Prov. Iturrealde Depto. La Paz. Tesis para optar el título de Magíster Scientiarum en Ecología y Conservación. UMSA. La Paz. Pp: 1, 45.
- Canqui, F. et al. (2004) Relaciones entre la composición florística de un Bosque montano con la fertilidad del suelo en un gradiente altitudinal de las serranías de Piñalito-Chiriuno, ANMI Madidi (La Paz, Bolivia) Missouri Botanical Garden y Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, 26 p. (En Prensa)
- CARE (2002) Diagnósticos Rurales Participativos (DRPs) en el PN Y ANMI Madidi. Proyecto de Apoyo a la Administración del Parque Nacional Madidi. La Paz. 36p.
- CATIE (2001) Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Serie Técnica. Manual Técnico N°46. Turrialba, Costa Rica. 265 p.
- Cavelier, J. & G. Vargas (2002) Procesos Hidrológicos Pp: 150-161. En: M. Guariguata & G. Kattan (eds.) Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales Editorial LUR EULAC/GTZ Cartago Costa Rica.

- Churchill, S. et al. (1995) Moss diversity of the tropical Andes. Pp: 335-346. En S. Churchill et al. (eds.) Biodiversity and Conservation Proceedings of the Neotropical Montane Forest. Symposium. The New York Botanical Garden. Nueva York.
- Convenio de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo-CNUMAD (1992) Convenio sobre diversidad biológica. Agenda 21, capítulo 13. Río de Janeiro En:<<http://www.bcn.es/medciencias/castellano/foro1.htm>; <http://www.biodiv.org/world/parties.asp>>
- Cuello, N. (1996) Floristic diversity and structure of the montane forests of Cruz Carrillo National Park in the Venezuelan Andes Thesis degree of Master of Science in Biology. University of Missouri-St. Louis. 73 p.
- Curtis, J. & R. McIntosh (1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology 32: 476-496.
- Cyberways and waterways (2003) Diversidad de especies En:<http://www.cyberwayswaterways.com/sp/fieldGuide/430_FG_biodiversity.html>
- Davis, S. et al. (1997) El porque de una exploración botánica. Missouri Botanical Garden. En:<http://www.mobot.org/MOBOT/Research/madidi/el_porque_de_new.shtml>.
- Dimanche, P. (1999) Análisis de suelos y material vegetativo: Base para la productividad agroforestal. Proyecto FAO/Holanda/Prefectura Potosí. 63 p.
- Dinerstein, E. et al. (1995) Una evaluación al estado de conservación de las Ecoregiones Terrestres de America Latina y el Caribe. Banco Mundial/WWF Washington DC. 133 p.
- Duque, A. et al. (2001) Relación Bosque ambiente en el medio Caqueta Amazonia Colombiana. Pp: 120-129. En: J. Duivenvoorden et al. (eds.) Evaluación de Recursos Vegetales no maderables en la Amazonía noroccidental. Comisión Europea Investigación Desarrollo Tecnológico y Desarrollo. INCO-DC Ámsterdam.
- ECO – Society for socio-ecological (2000) Investigación de los bosques tropicales Importancia del manejo de los bosques secundarios para la política de desarrollo. Programme Consultancy. Anette Emrich; Dr. Benno Pokorny Cornelia Sepp Eschborn. Pp: 1-74.
- FAO (2002) Año internacional de las Montañas 2002. En memorias del Congreso en Bolivia.

- Feinsinger, P. (2003) El diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad. Editorial FAN Santa Cruz de la Sierra. 242 p.
- Finegan, B. (1992) Bases Ecológicas para la Silvicultura En V Curso Intensivo Internacional de Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales CATIE Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido Área de Producción Forestal y Agroforestal. Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales Turrialba. Pp: 27, 64-69.
- Flores, J. (2002) Caracterización de la vegetación del río Undumo y su importancia para la conservación de la fauna silvestre. *Ecología en Bolivia*. 37 (1):23-48.
- Foster, R. & A. Gentry. (1991a). Region de Apolo. Pp: 26–29. En: Parker, T. & B. Bailey (eds.). A biological assessment of the Alto Madidi region. RAP working Papers. 1. Conservation International. Washington, DC.
- _____, R. & A. Gentry. (1991b). Plant diversity. Pp. 20–21. En: T. A. Parker III and B. Bailey (eds.). A Biological Assessment of the Alto Madidi Region and Adjacent Areas of Northwest Bolivia, May 18–June 15, 1990. RAP Working Paper 1. Conservation International. Washington, DC.
- Fuentes, A. et al. (2004) Estructura y variabilidad del bosque subandino xérico en un sector del valle del río Tuichi ANMI Madidi La Paz Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental*. Fundación Simon I. Patiño (15): 41-62.
- _____(2005) Una introducción a la vegetación del Madidi. *Herbario Nacional de Bolivia*. *Ecología en Bolivia* (3):1-31.
- Galeano, G. et al. (1998) Vascular plant species count in a wet forest in the Chocó área on the Pacific coast of Colombia. *Biodiversity and Conservation* 7:1563-1575.
- Galvez, J. et al. (s/a) Estructura del bosque montano perturbado y no perturbado en el Sur de Ecuador. Pp: 195-203. En: R. Bussmann & S. Lange Conservation of Biodiversity in the Andes and the Amazon. Ecuador.
- Garden, C. (2000). Diagnóstico Forestal Pp 3. En: T Muñoz Rodríguez Árboles fuera del Bosque. Proyecto Información y Análisis para el Manejo Forestal sostenible: Integrando Esfuerzos Nacionales e Internacionales en 13 Países Tropicales en América Latina 2001 U A G R M, (CIMAR). Embajada Real de los Países Bajos Santa Cruz.
- Gentry, A. (1982) Patterns of Neotropical plant species diversity, *Evolutionary Biology* No 15 p 1-84 En Estudio Florístico en un Robledal del Santuario de Flora y Fauna de Iguaque (Boyaca Colombia) de Marin C. & Betancur J. (2003:5).1997 En:<[http://www.accefyn.org.co/PublicAcad/Periodicas/80/80\(249\)/Rev249.html](http://www.accefyn.org.co/PublicAcad/Periodicas/80/80(249)/Rev249.html)>

- _____(1988) Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden*. 75 (1): 1-34.
- _____(1992) Riqueza de especies y composición florística de las comunidades de plantas de la región del Choco: una actualización. Bogota DC. 35 p.
- _____(1993) A field guide to the families and genera of woody plants of northwest South America. Conservation International. Chicago. 895 p.
- _____(1993a) Vistazo general a los Bosques Nublados Andinos y a la flora de Carpanta-Colombia Pp. 69-76 En M. Asbun Estudio Florístico del Estrato Arbóreo de la Siberia UMSS. Cochabamba. Pp 12-14
- _____(1995) Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. Pp. 107-110,121. En M. Kappelle & D. Brown (eds.) (2001) Bosques Nublados del Neotropico. 1ra Edición. INBIO-FUA-UICN Santo Domingo de Heredia Costa Rica.
- _____ et al. (2002) Global Patterns of Plant Diversity Forest Transect Data. Set Oliver Phillips & James S. Miller. Missouri Botanical Garden. Press St. Louis Missouri USA. 13, 300 p.
- Gerold, G. (2003) La base para la biodiversidad: El suelo. Pp: 18-30. En P. Ibisch & G. Merida (eds.) Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra.
- Gil, P. (1997) Caracterización de un bosque de montaña en relacion a tres niveles de altitud en el cerro La Centinela Postrevalle, Prov. Valle Grande, Santa Cruz Bolivia. Tesis de grado para obter el titulo de Ingeniero Forestal Universidad Autonoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz. 66 p.
- Givnish, T. (1999) On the causes of gradients in tropical tree diversity. Wisconsin-Madison. British Ecological Society. *Ecology* (87): 193-210.
- Goitia, L. (2000) Dasonomía y Silvicultura. Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía texto preliminar. La Paz. Pp: 57, 58, 64, 65.
- _____(2000a) Taller: Políticas de desarrollo forestal sostenible del departamento de La Paz. Documentos de trabajo. La Paz. 34 p.
- Gordon, J. & B. Finegan (2005) El manejo del bosque natural: Una opción atractiva para el productor de recursos limitados. Capitulo 5. OFI-CATIE. 46 p.

- Hamilton, L. (2001) Una campaña por los Bosques nublados. Ecosistemas únicos y valiosos en peligro. Pp.41-49. En M. Kappelle & D. Brown (eds.) (2001) Bosques Nublados del Neotropico. 1ra Edición. INBIO-FUA-UICN Santo Domingo de Heredia Costa Rica.
- Hartshorn, G. (2002) Biogeografía de los Bosques Neotropicales. Pp: 72, 73. En M. Guariguata & G. Kattan (eds.) Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales Editorial LUR EULAC/GTZ Cartago Costa Rica.
- Ibisch, P. & S. Beck (2003) Espermatofitas-Riqueza de especies. Pp: 153. En P. Ibisch & G. Merida (eds.) Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra.
- _____ & G. Merida (eds.) (2003) Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra. Pp: 70-73.
- _____ & C. Nowicki (2003) Descripción de Ecoregiones: Yungas. Pp: 70-73. En P. Ibisch & G. Merida (eds.) Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra.
- _____ et al. (2003) Diversidad biológica. Ecoregiones y Ecosistemas. Pp: 47-51, 153. En P. Ibisch & G. Merida (eds.) Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra.
- International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (2004) Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN. By: Baillie, J.E.M., Hilton-Taylor, C. and Stuart, S.N. (Editors) 2004© Publication for educational. Gland, Switzerland and Cambridge, UK. XXIV 191 pp.
- Jørgensen, P. et al. (2005) Lista anotada de las plantas vasculares registradas en la región de Madidi. Ecología en Bolivia. 40 (3): 70-169.
- Kanninen, C. (s/a) Secuestro de Carbono en Bosques: El papel de los bosques en el ciclo global del Carbono. Pp: 14 En Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian. S. Brown & A. Lugo (1992) Amazon. Interciencia 17.
- Kappelle, M. & D. Brown (2001) Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. En Bosques Nublados del Neotropico 1ra Edición. INBIO-FUA-UICN Santo Domingo de Heredia Costa Rica. Pp: 107-110, 121.

- Kent, M. & P. Cooker (2000) *Vegetation description and analysis: A practical approach*. Editorial Jhon Willey & Sons USA. Pp: 79-244.
- Kessler, M. (2001) *Patterns of diversity and range size of selected plant groups along an elevational transect in the Bolivian Andes* Kluwer Academic Publishers. Netherlands. *Biodiversity and Conservation*. 10: 1897–1921.
- _____ et al. (2001) *Pteridofitos-Riqueza de especies*. Pp: 101-153. En P. Ibisch & G. Merida (eds.) 2003 *Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación*. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra.
- _____ & S. Beck (2001) *El Caribe y los Países del Continente Americano*. Pp: 585-594. En M. Kappelle & D. Brown (eds.) *Bosques Nublados del Neotropico* 1ra Edición INBIO-FUA-UICN Santo Domingo de Heredia Costa Rica.
- Killeen, T. et al. (1993) *Guía de Árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia. Missouri Botanical Garden La Paz. 958 p.
- Krebs, Ch. (1978) *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. 2da. Edición HARLA México. Pp: 504, 505.
- Lamprecht, H. (1990) *Silvicultura en los Trópicos. Los Ecosistemas Forestales en los Bosques Tropicales y sus especies arbóreas-posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido*. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Göttingen GTZ. Cooperación Técnica República Federal de Alemania Eschborn. 335 p.
- Leibundgut, H. (1958) *Empfehlungen für die Baumklassenbildung und Methodik bei Versuchen über die Wirkung von Waldpflegemaßnahmen*. Proceeding of the 12th Congress Unión Internacional de Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO). Oxford.
- Llerena, C. (2002) *Servicios ambientales de las cuencas y producción de agua, conceptos, valoración, experiencias y sus posibilidades de aplicación en el Perú*. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 8 p.
- Magurran, A. (1988) *La Diversidad Biológica de Colombia, diversidad ecológica y su medición*. En <http://www.emagister.com/bcurso43204110021466565570676950524550_41746030030470534951685450494552.htm>
- _____ (1991) *Ecological diversity and its measurement*. Royal Society University Research Fellow Department of Zoology University of Oxford Chapman and Hall Princeton University press United States of America. 179 p.

- McCune, B. & M. Mefford (1999) PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data User's Guide. Version 4. MjM Software Desing Gleneden Beach Oregon. 237 p.
- _____ & J. Grace (2002) Analysis of Ecological Communities. MjM Software Desing Gleneden Beach Oregon. 300 p <www.pcord.com>
- Malleux, J. (1976) Inventarios forestales en bosques tropicales. Perú. 80 p.
- Matteuci, S. & A. Colma (1982) Metodología para el Estudio de la Vegetación de Serie de Biología No 22 Secretaria General de los Estados Americanos Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico Washington DC EE UU Pp: 22, 23, 39-42.
- Mari-Corba, C. & J. Betancur (1997) Estudio florístico en un robledal del santuario de flora y fauna de Iguaque (Boyaca, Colombia) Ecología Vol XXI (80): 249-259.
- Martinez-Rica, J. (1997) Pautas de distribución de la biodiversidad en zonas de montaña. Pp: 357-364. En M. Liberman & C. Baid (eds.) Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña: Manejo de Áreas Frágiles en Los Andes. UNU/PL-480-LIDEMA. Instituto de Ecología. UMSA. La Paz.
- MDSMA (1997) Normas técnicas para la elaboración de instrumentos de manejo forestal (Censos comerciales, Planes de Manejo, Planes operativos y Mapas) En propiedades privadas con superficies iguales o menores a 200 ha en zonas Tropicales y Subtropicales. BOLFOR. La Paz. Pp: 8, 9.
- MDSP & SNAP (2002) Sistema Nacional de áreas protegidas de Bolivia SERNAP 2da edición (2001). Editorial MAPZA. SERNAP-GTZ. Cooperación Técnica Alemana, La Paz. 218 p.
- Moraes, M. & S. Beck (1992) Diversidad Florística de Bolivia. Pp: 76-86. En M. Marconi. Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia. Centro de Datos para la Conservación CDC/ USAID/ La Paz.
- Moreno, C. (2001) Métodos para medir la biodiversidad. M. & T. Manuales y Tesis SEA, Vol 1 Zaragoza. 83 p.
- Müller, R. et al. (2002) Vegetación potencial de los bosques de Yungas en Bolivia, basado en datos climáticos. Ecología en Bolivia 37 (2): 5-14.
- Nabe-Nielsen, J. (2000) Liana Community and Population Ecology in a Neotropical Rain Forest. Ph.D. dissertation submitted to the faculty of Natural Sciences, Aarhus University, Denmark. Pp: 33-38.
- Navarro, G. (2002). Vegetación y Unidades Biogeográficas: Primera parte. Pp 48, 279-339. En G. Navarro & M. Maldonado. Geografía Ecológica de Bolivia,

Vegetación y Ambientes Acuáticos. Fundación Simón I. Patiño. Cochabamba.

_____ et al. (2004) Bio-Corredor Amboró Madidi, Zonificación Ecológica CISTEL/WWF. Publicación en asociación con CISTEL/WWF. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra. Pp: 5, 16-55.

_____ & W. Ferreira (2004) Zonas de vegetación potencial de Bolivia: Una base para el análisis de vacíos de conservación. *Ecología y conservación ambiental*. (15): 1-40

Pérez, R. (2002) Evaluación del impacto del aprovechamiento forestal en cinco especies forestales, Los Mogos, Península de Osa, Costa Rica. En Informe de Proyecto de Graduación para optar por el grado de Bachiller en Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería Forestal Cartago. Pp. 26.

Pitman, N. (2000) A large scale inventory of two Amazonian tree communities. Duke University, Durham. Pp 134-185.

OEA (2000) Programa de Acción Integrado Peruano Boliviano (PAIPB) Diagnóstico Regional Integrado. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Unidad de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Repúblicas de Bolivia-Perú. 158 p.

Orozco, L. (1991) Estudio Ecológico y de Estructura Horizontal de 6 Comunidades Boscosas en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica Serie técnica Informe técnico No 176 Colección de silvicultura y manejo de Bosques naturales Publicación No 2 CATIE Turrialba. 35 p.

Palomino, W. (2001) Diversidad y Asociación Arborea del Bosque Nublado de San Pedro (Reserva de la Biosfera del Manu). Pp: 35-45. En L. Rodríguez APECO (ed.) Proyecto de Aprovechamiento y Manejo Sostenible de la Reserva de Biosfera del Manu (Pro-Manu) Union Europea. UNESCO. Perú.

Phillips, O. et al. (2003) Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests *En Journal of Tropical Ecology*. Cambridge University Press Printed in the United Kingdom (19): 629–645.

PN-ANMI Madidi (2002) Mapa preliminar de vegetación Departamento de Geografía del Museo Noel Kempff Mercado Santa Cruz Esc 1: 250000.

PROYECTO MADIDI (2001) Inventario florístico de la región del Madidi En:<<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/madidi/madidifr.html>>

_____ (2003) Base de datos de suelos. Missouri Botanical Garden-Herbario Nacional de Bolivia. 20 p. (datos no publicados).

- Rabelo, F. et al. (2002) Diversidade, Composicion floristica e distribuicao diamétrica do Povoamento com DAP 5 cm em Regiao de Estuario no Amapã Revista Ciencia Agraria Brasil Belém (37): 91-112 p.
- Rafiqpoor D. et al. (2003) El factor abiotico que más influye en la distribución de la biodiversidad: El clima. Pp 31-41. En P. Ibisch & G. Merida (eds.) 2003 Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra.
- Rey, B. (2004) Consideración de la dinámica forestal en el marco de la gestión multifuncional de los espacios arbolados FAO
En:<<http://www.fao.org/montes/foda/wforcong/PUBLI/V2/T7S/9-9.HTM#TOP>>
- Ribera, M. et al (1996) Vegetación de Bolivia Pp. 186,187. En K. Mihotek. CIMAR, UAGRM Comunidades, territorios indígenas y biodiversidad den Bolivia Centro de Investigación y Manejo de Recursos Naturales Renovables Santa Cruz.
- Richter M. & A. Moreira-Muñoz (2005) Heterogeneidad climática y diversidad de la vegetación en el sur de Ecuador: un método de fitoindicación. Facultad de Ciencias Biológicas UNMSM. Perú. *biol.* 12(2): 217-238.
En:<<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biología/biología/NEW.htm>>
- Rivas-Martinez, S. et al. (1999) North American Boreal and Western Temperate Forest Vegetation (Syntaxonomical synopsis of the potential natural plant communities of North America II) *Itinera Geobotanical* 12: 24-25, 301-304.
- Rios, M. et al. (2005) Densidad poblacional e historia natural de la pava negra (Aburria aburri) en los Andes Centrales de Colombia. *WCS. The Neotropical Ornithological Society ORNITOLOGIA NEOTROPICAL*: 16.
- Roig, S. (2005) Métodos de Investigación en Sistemas Agroforestales: Métodos de análisis multivariantes. Programa de Doctorado: Silvopascicultura. CIFOR-INIA Presentación. 29 p.
- Rollet, B. (1978) Organización en Ecosistemas de los bosques tropicales: Informe sobre el estado de los conocimientos. Roma, Italia. UNESCO-PNUMA-FAO. Pp: 126-162.
- Romero-Saltos, H. et al. (2001) Patrones de diversidad, distribución y rareza de plantas leñosas en el Parque Nacional Yasuní y la Reserva Étnica Huaorani, Amazonia ecuatoriana. Pp: 131-176. En J. Duivenvoorden et al. (eds.) Evaluación de Recursos Vegetales no maderables en la Amazonía noroccidental. Comision Europea Investigación Desarrollo Tecnológico y Desarrollo INCO-DC Ámsterdam.

- Rondeux, J. (1997) Inventarios biodiversidad del bosque. Universidad de Gembloux, FAO Bélgica. En: <http://www.fao.org/biodiversity/doc_en.asp>
- Salazar, M. (2001) Estudio de la dinámica y estructura de dos bosques secundarios húmedos tropicales ubicados en la estación biológica la Selva, Puerto viejo de Sarapiquí, Heredia. En Informe de practica de especialidad Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería Forestal, Costa Rica. Cartago. Pp. 8.
- Sarmiento, J. et al. (2002). Diagnóstico de Fauna. En: CARE (ed.). Madidi de Bolivia, mágico, único y nuestro. Bolivia. CD ROM.
- Scatena, F. (2002) El bosque neotropical desde una perspectiva jerárquica Pp. 25-32. En M. Guariguata & G. Kattan (eds.) Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales Editorial LUR EULAC/GTZ Cartago Costa Rica.
- Scherr, S. et al (2004) Por los servicios prestados Pp. 11-14. En OIMT para fomentar la conservación y el desarrollo sostenible de los bosques tropicales. Actualidad Forestal Tropical Japan 12 (2)
- Seidel, R. (1995) Inventario de los arboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimonos, Alto Beni. Ecología en Bolivia 25: 1-35.
- SNAP (2001) Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Servicio Nacional de Áreas Protegidas. La Paz. 218 p.
- Sørensen, T. (1948) A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. Biologiske Skrifter Denmark Bind V Nr 4.
- Stadtmüller, T. (1997) Los Bosques Nublados Tropicales: distribución, características ecológicas e importancia hidrológica. Pp: 47-54. En M. Liberman & C. Baid (eds.) Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña: Manejo de Áreas Frágiles en Los Andes. UNU/PL-480-LIDEMA. Instituto de Ecología. UMSA. La Paz.
- Taylor, C. (2003) Características de la familia Rubiaceae y los géneros más importantes. Disertaciones HNB. La Paz. (documento sin publicar).
- Toledo, M. et al. (2001) Impactos de aprovechamiento forestal en la flora de un bosque semidecíduo pluviestacional de Bolivia. En documento técnico (106/2001) USAID/Bolivia. 20 p.
- Torrez, F. (2005) Desertificación por minería metálica en paramos y bosques de neblina de nacientes de cuenca en norte de Peru. Zonas Aridas (9): 71-92.

Tuomisto, H. & K. Ruokolainen (1998) Uso de especies indicadoras para determinar características del bosque y de la tierra. En: Kalliola, R. & F Paitán. (eds.) Department of Biology, University of Turku, Finland. *Annales Universitatis Turkuensis*: 481-491.

_____(2002) Distribution and Diversity of Pteridophytes and Melastomataceae along Edaphic Gradients in Yasuný´ National Park, Ecuadorian Amazonia. *New York Botanical Garden, Bronx, New York BIOTROPICA*. 34 (4): 516–533.

UDAPE (2000) Unidad de Políticas Económicas. CD ROOM.

Universidad Complutense de Madrid-UCM (2004) Bosques Tropicales
En:<<http://www.ucm.es/info/ecologia/Descriptiva/BosqueTro1/BosquesT1/BosquesT1.htm>>

Vargas, I. (1996) Estructura y composición florística de cuatro sitios en el Parque Nacional Amoro. Tesis de grado para optar Título. Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad Autónoma “Gabriel Rene Moreno” Santa Cruz. Pp: 8,41.

Vázquez, A. & T. Givnish (1998) Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure and diversity in the Sierra de Manantlán. Wisconsin-Madison. British Ecological Society. *Ecology* (86): 999-1020.

Vinicio-Patiño & Bussmann (2003?) Distribución florística del bosque de neblina montano en la Reserva Tapichalaca, Cantón Palanda. Provincia de Zamora
Lyonia journal of ecology and application En:
<<http://www.lyonia.org/viewArticle.php?articleID=339>>

Wadsworth, F. (2000) Los Bosques Primarios y su Productividad. En Producción Forestal para América Tropical Departamento de Agricultura de los EE.UU. (USDA) Servicio Forestal Manual de Agricultura. Pp: 70-76,102
<www.fs.fed.us/research/publications/producci%F3n_forestal_para_am%E9rica_tropical/cap.3.pdf>

Weigend M. et al. (2005) Los bosque relictos del noroeste de Perú y del sur-oeste de Ecuador The relict forests of Rev. Perú. *biol.* 12(2): 185-194.
En:<<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biología/biología/NEW.htm>>

Wilson, E. (1988) La fragilidad de la biodiversidad, llamada de atención al desarrollo sostenible. En:<<http://revista.consumer.es/web/es/20010101/medioambiente/>>

(2004) Glosario Forestal. 12 octubre 2004. 23 p.

(2005) 5 diciembre 2005. En: <<http://www.conservation.org>>

ANEXOS

Anexo 1.

Características generales de los Yungas (Yungas Boliviano-Peruanos) con algunas modificaciones.

Ubicación geográfica política	Cochabamba (Ayopaya, Tiraque, Chapare, Carrasco), La Paz (Caranavi, Inquisivi, Larecaja, Muñecas, Murillo, Nor-Sud Yungas, Saavedra), Santa Cruz (Caballero, Florida). Continuación en Perú.
Superficie	55.556 km ²
Altitudes	1.000-4.200m (incluyendo el Páramo Yungueño)
Temperaturas promedio anual	7-24°C. Limite de heladas en alrededor de 2.300m
Precipitación promedio anual	1.500-6.000mm aproximadamente se presentan neblinas (precipitación horizontal). Según nivel de condensación encima de los 2.700m
Aridez	0 a 2 meses
Paisaje	Laderas parcialmente muy escarpados. Valles disectados.
Número estimado total de especies	Árboles: mayor a 500; epífitas: mayor a 1.500 (2.000) Orchidacea y Pteridophyta
Vegetación	Bosque húmedo siempreverde mediano a bajo (5-15-25/30m). Mosaicos de diferentes fases de sucesión causados por derrumbes naturales. Hay varios pisos altitudinales con diferentes tipos de vegetación siempreverde. No se encuentran límites naturales entre los pisos altitudinales. Arriba de los aproximadamente 2.500m se encuentra subregión de Ceja del Monte con bosques de neblina mixtos cuya diversidad decrece con la altitud; entre los 3.100-3.500/3.700m se encuentra un piso caracterizado por <i>Podocarpus spp</i> , <i>Polylepis racemosa</i> , <i>Symplocos nana</i> y <i>Weinmannia spp</i> . Entre 3.500/3.700-4.000/4.200m se encuentra dominado por bosques bajos <i>Polylepis pepei</i> hoy reemplazados por matorrales siempreverdes y pajonales antropogénicos que forman Páramo Yungueño.
Familias botánicas importantes	Araliaceae, Bromeliaceae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Melastomataceae, Myrtaceae, Orchidaceae, Piperaceae, Podocarpaceae y Rubiaceae. En la Ceja de Monte: Asteraceae, Cunoniaceae, Ericaceae, Solanaceae, Aspleniaceae, Polypodiaceae.
Especies de árboles importantes	Géneros ricos de los bosques más inferiores, <i>Acalypha</i> , <i>Alchornea</i> , <i>Aniba</i> , <i>Cinchona</i> , <i>Cyathea</i> , <i>Ficus</i> , <i>Guatteria</i> , <i>Inga</i> , <i>Nectandra</i> , <i>Persea</i> , <i>Solanum</i> , <i>Trichilia</i> , en bosques debajo la Ceja de monte: <i>Brunellia</i> , <i>Acalypha</i> , <i>Cletra</i> , <i>Clusia</i> , <i>Cyathea</i> , <i>Hedyosmum</i> , <i>Miconia</i> , <i>Oreopanax</i> , <i>Piper</i> , <i>Podocarpus</i> , <i>Ocotea</i> , <i>Senna</i> , <i>Solanum</i> , <i>Weinmannia</i> . En la Ceja: <i>Clusia spp</i> , <i>Fresiera spp</i> , <i>Gaiadendron punctatum</i> , <i>Myrica pubescens</i> , <i>Oreopanax spp</i> , <i>Persea ruizii</i> , <i>Thibaudia crenulata</i> , <i>Weinmannia spp</i> . En el piso más alto (Páramo) además de <i>Polylepis pepei</i> , <i>Baccharis spp</i> , <i>Escallonia spp</i> , <i>Gaultheria spp</i> , <i>Gynoxys spp</i> , Hierbas típicas del Páramo: <i>Chusquea</i> , <i>Cortaderia</i> , <i>Neurolepis</i> , <i>Carex</i> , <i>Rhynchospora</i> , <i>Uncinia</i> .
Uso del suelo	Agricultura (café, coca, cítricos, locoto), en la Ceja (papa, aprovechamiento de leña, pastoreo). Colonización creciente.
Áreas protegidas	ANMI-Apolobamba, PN-ANMI Madidi, ANMI-Pilon Lajas, PN-ANMI Cotapata, PN-TI Isidoro-Secure, PN Carrasco, PN-ANMI Amboro.

Fuente: Ibisch & Nowicki (2003).

Anexo 2.

Resumen de la vegetación de los Yungas Montanos del Sector Biogeográfico de la Cuenca del Río Beni, sus determinantes bioclimáticos (Iod2= Índice ombrotérmico de la época seca; Io= Índice ombrotérmico anual; It= Índice de termicidad. Basados en el modelo bioclimático Global de Rivas-Martínez *et al.* 1999) y altitudinales.

Series o Macroseries de Vegetación	Iod2	Io	It	Rango altitudinal (m)
Bosques de los Yungas Montanos Pluviales.	>2.5	6-15	320-490	1.900-2.900
Bosques húmedos-hiperhúmedos pluviales altimontanos de los Yungas de Coroico Serie de <i>Podocarpus ingensis-Weinmannia bangii</i> .	>2.5	10-15	320-405	2.300-2.400 a 2.900
Bosques húmedos-hiperhúmedos pluviales montanos de los Yungas de Coroico y Altamachi Serie de <i>Ocotea jelskii-Podocarpus oleifolius</i> .	>2.5	10-15	320-490	1.900-2.100 a 2.400-2.600
Bosques húmedos pluviales altimontanos de los Yungas de Coroico Serie de <i>Weinmannia crenata-Podocarpus ingensis</i> .	>2.5	6-10	350-410	> 2.300
Bosques húmedos pluviales basimontanos de los Yungas de Coroico Serie de <i>Prumnopitys harmsiana-Weinmannia pinnata</i> .	>2.5	6-10	405-490	1.900-2.100 a 2.300-2.400
Bosques de los Yungas Montanos Pluviestacionales Húmedos.	<2.5	6-8	300-490	1.900-3.200
Bosques húmedos pluviestacionales altimontanos de los Yungas del Cotacajes Serie de <i>Blepharocalyx salicifolius-Podocarpus glomeratus</i> .	<2.5	6-8	300-405	2.900-3.200
Bosques húmedos pluviestacionales montanos de los Yungas del Cotacajes y del Boopi Macroserie de <i>Clethra cuneata-Weinmannia fagaroides</i> .	<2.5	6-8	320-490	1.900-2.000 a 2.800-2.900
Bosques húmedos pluviestacionales montanos de los Yungas de Muñecas y Apolobamba Macroserie de <i>Clethra cuneata-Weinmannia fagaroides</i> .	<2.5	6-8	320-490	1.900-2.900
Bosques de los Yungas Montanos Pluviestacionales Subhúmedos.	<2.5	4-5	320-490	2.200-2.700
Bosques subhúmedos pluviestacionales montanos de los Yungas del Cotacajes Serie de <i>Parapiptadenia excelsa-Erythrina falcata</i> .	<2.5	4-5	320-490	2.200-2.400 a 2.500-2.700
Bosques subhúmedos pluviestacionales montanos de los Yungas de Muñecas Serie potencial de <i>Junglans soratensis-Erythrina falcata</i> .	<2.5	4-5	320-490	24.00-2.500 a 3.100-3.200
Bosques de los Yungas Montanos Xéricos.	<2.5	2.5-3.5	320-490	1.900-2.500
Bosques Xéricos montanos de los Yungas de Muñecas Serie de <i>Cleistocactus variispinus-Lythraea ternifolia</i> .	<2.5	2.5-3.5	320-490	1.900-2.500

Donde: [$It=(T+M+m)*10$]; [$Io=P/(12*T)$]; [$Iod2=P2/T2$]; (T=Temperatura media anual, M=Media de las temperaturas máximas del mes más frío del año, m=Media de las temperaturas mínimas del mes más frío del año; P=precipitación total anual media; Io2 ó Io3 que se puede calcular de los 2 ó 3 meses más secos del año respectivamente).

Fuente: Navarro (2002).

Anexo 3.

Propiedades fisico-químicas de los suelos distribuidos en 10 parcelas temporales de muestreo (P), cada una de 0.1 ha; desde 1.715-2.300 m en un bosque montano pluvial de las Serranias de Peñalito-Chiriuno ANMI-Madidi.

Parámetros	Método	Unidad	Límite de determinación	P 1	P 2	P 4	P 5	P 7	P 8	P 9	P 10	P 11	P 12
pH acuoso	ISRIC 4		1 - 14	4,3	4,4	4,7	3,9	3,9	3,9	4,2	4,4	3,4	3,9
Conductividad electrica	ASPT 6	μS/cm	1 - 10000	41	46	73	110	36	110	36	21	160	44
Nitrógeno total	ISRIC 6	%	0	0,13	0,11	0,22	0,12	0,31	0,48	0,25	0,21	0,24	0,37
Carbón Orgánico	WSP S-9,10	%	0,06	1,5	1,4	2,1	1,6	5,9	8,2	5,8	4,2	4,2	11
Materia Orgánica	WSP S-9,10	%	0,1	2,5	2,5	3,7	2,7	10	14	10	7,3	7,3	19
Fósforo disponible (Pd)	ISRIC 14-2	mg/Kg	1,5	2,4	1,8	1,6	1,7	1,9	1,6	1,6	<1,5	2,9	2
Sodio intercambiable	WSP S-5,10	cmol./Kg	0	0,04	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,05
Potasio intercambiable	WSP S-5,10	cmolc/Kg	0,01	0,1	0,09	0,15	0,09	0,13	0,12	0,06	0,04	0,08	0,13
Calcio intercambiable	WSP S-5,10	cmolc/Kg	0,02	0,08	0,27	0,98	0,07	0,05	0,06	0,05	0,05	0,09	0,06
Magnesio intercambiable	WSP S-5,10	cmolc/Kg	0	0,27	0,23	2,3	0,15	0,09	0,09	0,05	0,04	0,06	0,11
Acidez intercambiable	ISRIC 11	cmolc/Kg	0,05	4,9	2,7	2,6	3,6	12	9,3	66,6	4,2	5,8	6,5
CIC	ISRIC 11	cmolc/Kg	0,05	5,4	3,3	6,1	4	12	9,6	6,8	4,4	6,1	6,8
Arena	DIN 18 123	%	2,5	36	60	23	53	14	16	16	34	47	33
Limo	DIN 18 123	%	1	55	31	59	38	51	39	58	47	36	49
Arcilla	DIN 18 123	%	1	9	9	18	9	35	45	26	19	17	18
Clase textural	DIN 18 123			Franco limoso	Franco arenoso	Franco limoso	Franco arenoso	Franco arcillo limoso	Arcilla	Franco limoso	Franco	Franco	Franco

Análisis realizado por el Laboratorio de Calidad Ambiental Instituto de Ecología- Proyecto Madidi.

FAMILIAS	ESPECIES	COLECTA No	FORMAS DE VIDA	FONDOS DE VALLE (1.700-1.900 m)					LADERAS (1.900-2100 m)					TOTAL	
				P1	P2	P3	P4	ST1	P5	P6	P7	P8	P9		ST2
	<i>Miconia</i> sp. 13	FB 59	A	1		5	4	10	1	1				2	12
	<i>Miconia</i> sp. 14	FB 73	A			5	4	9		1				1	10
Meliaceae															
	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	FB 346	A	2	1		10	13							13
	<i>Ruagea glabra</i> Triana & Planch.	AM 111	A						18	1		4		23	23
	<i>Ruagea ovalis</i> (Rusby) Harms	AM 126	A							2	6			8	8
	<i>Trichilia tomentosa</i> Kunth	AM 260	A	1	1		4	6							6
	<i>Trichilia</i> sp.	AF 5140	A	3				3							3
Monimiaceae															
	<i>Mollinedia caloneura</i> Perkins	FB 394	A	6			6	12							12
	<i>Mollinedia</i> cf. <i>racemosa</i> (Schltdl.) Tul.	FB 270	A	5	2	2	21	30	1					1	31
	<i>Mollinedia</i> sp.	FB 91	A		1	2		3	3					3	6
	<i>Siparuna subinodora</i> (Ruiz & Pav.) A. DC.	AF 4542	A		4	5	24	33							33
	<i>Siparuna tomentosa</i> (Ruiz & Pav.) Perkins	AF 4694	A						3	3				6	6
Moraceae															
	<i>Ficus</i> cf. <i>subandina</i> Dugand	AM 308	A		1			1							1
	<i>Ficus cuatrecasana</i> Dugand	AF 5163	A	2	1	1	1	5							5
	<i>Ficus mathewsii</i> (Miq.) Miq.	AF 4937	A			2		2	3					3	5
	<i>Ficus maxima</i> Mill.	AM 302	A			1	3	4							4
	<i>Ficus</i> sp.	FB 135	L							1				1	1
	<i>Helicostylis tovarensis</i> (Klotzsch & H. Karst.) C.C. Berg	AM 122	A	2	2	10	2	16	7	4		2		13	29
	<i>Perebea angustifolia</i> (Poep. & Endl.) C.C. Berg	AF 5156	A	2				2							2
Myrsinaceae															
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	AM 133	A		3			3	9	18	25	31		83	86
	<i>Myrsine</i> sp.	AM 79	A			1		1							1
	<i>Stylogyne ambigua</i> (C. Mart.) Mez in Engl.	FB 267	A		1	1		2		1				1	3
Myrtaceae															
	<i>Calyptanthes</i> sp.	AF 4543	A	3	1		1	5							5
	<i>Eugenia feijoi</i> O. Berg	AM 241	A	2	1		3	6	1					1	7
	<i>Eugenia florida</i> DC. DC.	FB 402	A	1				1							1
	<i>Myrcia</i> cf. <i>fenestrata</i> DC.	FB 174	A					1							1
	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	AF 5192	A	12				12							12
	<i>Myrcia mollis</i> (Kunth) DC.	AM 137	A	11	7			18	13	1	7	13	7	41	59
	<i>Myrcia paivae</i> O. Berg	FB 226	A			6		6							6
	<i>Myrcia</i> sp. 1	AF 5165	A	4				4							4
	<i>Myrcia</i> sp. 2	CMG 3207	A	3				3	2					2	5
	<i>Myrcia</i> sp. 3	CMG 3616	A			4		4							4
	<i>Myrciaria</i> sp.	FB 364	A						3	1	2	5	2	13	13
	<i>Siphoneugena</i> sp.	FCM 289	A	6				6							6
Piperaceae															
	<i>Piper</i> cf. <i>obliquum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	FB 183	A				6	6							6
	<i>Piper</i> sp. 1	AF 5138	A	18				18							18
	<i>Piper</i> sp. 2	AF 5284	Ab			1	3	4							4
	<i>Piper</i> sp. 3	FB 136	Ab							1				1	1
	<i>Piper</i> sp. 4	FB 268	A								1			1	1
	<i>Piper</i> sp. 5	FB 305	L				1	1							1
Poaceae															
	<i>Chusquea</i> sp. 1	AM 259	G				242	242							242
	<i>Chusquea</i> sp. 2	FB 116	G				13	13	37	32	30	35	6	140	153
Podocarpaceae															
	<i>Podocarpus ingens</i> de Laub.	AF 4984	P		1		1	2	1	1	4	9		15	17
	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb.	AF 5128	P	2				2							2
	<i>Prumnopitys harmsiana</i> (Pilg.) de Laub.	AM 305	P		1			1							1
Proteaceae															
	<i>Euplassa</i> sp.	FB 144	A								3			3	3
	<i>Panopsis pearcei</i> Rusby	AM 136	A								1	2		3	3
Rosaceae															
	<i>Prunus integrifolia</i> (C. Presl) Walp.	AM 240	A	3	2	1		6	2	3				5	11
	<i>Prunus stipulata</i> J.F. Macbr.	FB 352	A									1		1	1
	<i>Prunus</i> sp. 1	FB 298	Ab				2	2							2
	<i>Prunus</i> sp. 2	FB 79	A			3		3							3
Rubiaceae															
	<i>Alibertia isernii</i> (Standl.) D.R. Simpson	AM 208	A								1	3	2	6	6
	<i>Chomelia</i> cf. <i>tenuiflora</i> Benth. ex Rusby	AF 5149	A	2				2							2
	<i>Elaeagia mariae</i> Wedd.	AM 89	A	2	5	11		18		4				4	22
	<i>Elaeagia</i> sp. 1	AM 266	A				5	5				2		2	7
	<i>Elaeagia</i> sp. 2	FB 47	A			1		1							1
	<i>Faramea bangii</i> Rusby	FB 85	A			1		1							1
	<i>Faramea candelabrum</i> Standl.	AM 90	A	1	2			3	3	3	1			7	10
	<i>Faramea multiflora</i> A. Rich. ex DC.	AF 4712	A			1		1							1
	<i>Faramea</i> sp. 1	AM 287	A		5	1		6							6
	<i>Faramea</i> sp. 2	FB 309	A	1	2	8	9	20							20
	<i>Guettarda crispiflora</i> Vahl	FB 58	A		7	5		12							12
	<i>Ladenbergia carua</i> (Wedd.) Standl.	AM 134	A						2	3		5		10	10
	<i>Palicourea flavifolia</i> (Rusby) Standl.	FB 46	A	2		1		3							3
	<i>Posoqueria</i> sp.	AM 103	A			2		2							2
	<i>Psychotria bangii</i> Rusby	AF 5193	Ab	1	3			4	15	8	19	59	32	133	137
	<i>Psychotria</i> cf. <i>carthagenensis</i> Jacq.	AF 5144	A	1				1							1
	<i>Psychotria tinctoria</i> Ruiz & Pav.	FB 408	A	2				2							2
	<i>Psychotria</i> subg. <i>Psychotria</i> sp.	AF 5146	A	2	1	1		4							4

FAMILIAS	ESPECIES	COLECTA No	FORMAS DE VIDA	FONDOS DE VALLE (1.700-1.900 m)					LADERAS (1.900-2100 m)					TOTAL	
				P1	P2	P3	P4	ST1	P5	P6	P7	P8	P9		ST2
	<i>Psychotria sp. 1</i>	AM 254	A	16	1		14	31							31
	<i>Psychotria sp. 2</i>	FB 60	A		1	1		2							2
	<i>Rudgea sp. 1</i>	AF 4567	A						9	1	1			11	11
	<i>Rudgea sp. 2</i>	AF 5147	A	20				20							20
Sabiaceae															
	<i>Meliosma herbertii</i> Rolfe	AM 264	A		1			1				5	5		6
	<i>Meliosma sp. 1</i>	AM 288	A		1			1							1
	<i>Meliosma sp. 2</i>	FB 129	A						2	1				3	3
Sapindaceae															
	<i>Allophylus floribundus</i> (Poepp.) Radlk.	AF 5153	A	8	1			9							9
	<i>Paullinia sp.</i>	AM 251	L				3	3							3
	<i>Sapindaceae sp.</i>	CMG 2731	A				1	1	2		4			6	7
	<i>Talisia sp.</i>	FB 68	A		3	1		4							4
Sapotaceae															
	<i>Pouteria hispida</i> Eyma	AF 5158	A	1				1							1
	<i>Pouteria sp.</i>	FB 414	A	1				1							1
	<i>Pouteria pubescens</i> (Aubrév. & Pellegr.) T.D. Penn.	FB 257	A						1	1	1	3	1	7	7
Solanaceae															
	<i>Cestrum sp.</i>	RS 9281	A	1				1							1
	<i>Ciphomandra sp.</i>	FB 405	A	1				1							1
	<i>Solanum abutilifolium</i> Rusby	AF 4932	A			1		1	1					1	2
	<i>Solanum sp.</i>	FB 415	L	1				1							1
Styracaceae															
	<i>Styrax cf. pentlandianus</i> J. Rémy	AM 127A	A							1				1	1
	<i>Styrax nunezii</i> P.W. Fritsch	FB 253	A						1		2	1		4	4
Symplocaceae															
	<i>Symplocos arechea</i> L'Hér.	CMG 2382	A								1			1	1
	<i>Symplocos neei</i> B. Stahl	AM 130	A								6			6	6
Theaceae															
	<i>Gordonia fruticosa</i> (Schrad.) H. Keng	AM 99	A	8	2	2		12	1	1	2	1		5	17
	<i>Ternstroemia cf. congestiflora</i> Triana & Planch.	FB 250	A								2			2	2
Vitaceae															
	<i>Cissus trianae</i> Planch.	AF 4880	L			1		1							1
Arbol (Indeterminados)															
			A	4		1	2	7			1			1	8
			L						2					2	2
TOTAL GENERAL				384	279	306	617	1586	397	288	345	499	483	2012	3598

Anexo 5.

Diferentes sitios del Neotropico con evaluación de los bosques montanos (altitudes por encima de 1.700 m) incluidas las parcelas del presente estudio (P1, P2,...P9).

PAÍS (SITIO-REFERENCIA)	MUESTREO	ALTITUD (msnm)	PRECIPITACION N (mm/año)	No ESPECIES	No FAMILIAS	No INDIVIDUOS	AREA BASAL (m ²)
Bolivia							
Rio Chiriuno (ANMI Madidi)-Bascope F. (2004)	1 ha/dap>10 cm (2)	1850-2000	1800-2500	163 (20*)	82	692 (71.5*)	22.63 (2.79*)
Cerro la Centinela-Gil L. (1997)	1 ha/dap>20 cm (1)	1800	500-1100	28	16	(580**)	15,63
	1 ha/dap>20 cm (1)	1900	500-1100	20	14	(670**)	31,13
	1 ha/dap>20 cm (1)	2000	500-1100	16	10	(722**)	25,4
La Siberia-Asbun G. (1995)	0.05 ha/dap>10 cm	2000	2000-4000	13	10	-	-
	0.05 ha/dap>10 cm	2100	2000-4000	12	8	-	-
	0.05 ha/dap>10 cm	2150	2000-4000	15	10	-	-
Serrania Peñalito-Madidi (P1)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1715	2500	74	31	384	3,9
Serrania Peñalito-Madidi (P2)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1850	2500	62	26	279	3,8
Serrania Peñalito-Madidi (P3)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1850	2500	81	31	306	4,4
Serrania Peñalito-Madidi (P4)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1910	2500	60	29	617	5
Serrania Peñalito-Madidi (P5)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1936	2500	63	33	397	2,8
Serrania Peñalito-Madidi (P6)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1945	2500	62	29	288	2,7
Serrania Peñalito-Madidi (P7)	0.1 ha/dap>2.5 cm	2000	2500	51	26	345	3,1
Serrania Peñalito-Madidi (P8)	0.1 ha/dap>2.5 cm	2010	2500	47	25	499	2,6
Serrania Peñalito-Madidi (P9)	0.1 ha/dap>2.5 cm	2030	2500	36	23	483	2,4
Perú							
Sn Pedro Reserv Biosfera Manu-Palomino W. (2001)	1 ha/dap>10 cm (3)	1310-2000	-	192	46	618	s/d
Venceremos, Amazonas-Gentry A. (1988)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1850	4200	159 (65**)	47	514	-
Chirinos, Cajamarca-Gentry A. (1988)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1750	1800	97 (ca)	39	389	-
Ecuador							
Cerro Golondrinas-Boyle B. (1996)	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	5851-3700	105	42	471	6,02
	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	5851-3700	136	41	535	3,7
	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	5851-3700	114	41	371	3,31
Reserva Biologica Sn Francisco-Galvez et al. (s/a)	0.1 ha/dap >10 cm	1825	2500-5000	28	20	1880(+)	16.6(+)
	0.1 ha/dap >10 cm	1925	2500-5000	31	17	1180(+)	17.2(+)
	0.1 ha/dap >10 cm	2025	2500-5000	33	22	1210(+)	22.3(+)
Colombia							
Alto de Cuevas, Antioquia-Gentry A. (1988)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1710	4000	119 (41**)	49	363	-
Farallones de Cali-Gentry A. (1988)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1950	1800	134 (36**)	55	302	-
La Planada Nariño-Gentry A. (1988)	0.1 ha/dap>2.5 cm	1800	4300	121 (48**)	40	433	-
Finca Boyaca-HRB Alexander Von Humboldt (2002)	0.1 ha/dap>1 cm	1720	-	141	56	1247	8,9
PNN Cueva de los Guacharos	0.1 ha/dap>1 cm	1950	-	67	29	684	8,7
Sisavita Norte de Santander-HRB Alexander Von Humboldt (2002)	0.1 ha/dap>1 cm	2050	-	88	35	729	5,8
Venezuela							
Parque Nal. Cruz Carrillo-Cuello N. (1996)	0.1 ha/dap >2.5 cm	1850	1700-3800	35 (23**)	20	182	4,57
	0.1 ha/dap >2.5 cm	1950	1700-3800	43-36 (18**)	17-21	358-500	2.66-4.61
	0.1 ha/dap >2.5 cm	2100	1700-3800	7-31 (24-15**)	21-16	410-301	3.4-2.82
Costa Rica							
Braulio Carrillo-Boyle B. (1996)	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	3000-3500	85	36	359	5,03
	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	3000-3500	76	35	287	4,14
	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	3000-3500	86	41	346	4,42
	0.1 ha/dap >2.5 cm	2000	3000-3500	63	39	433	5,14
	0.1 ha/dap >2.5 cm	2000	3000-3500	74	38	417	5,13
PN Braulio Carrillo-Hartshorn & Peralta (1988)	0.1 ha/dap >2.5 cm	2000	3450	68	37	356	-
	0.1 ha/dap >2.5 cm	1990?	3450	69	36	358	-
Finca Motillones-Gentry A. (1988)	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	-	87	39	273	-
Cord. Talamanca Montecarlo-Orozco L. (1991)	1 ha/dap>10 cm	2050	2013-3548	58		613,5	40,4
México							
Sierra Juarez, Oaxaca (M7)-Boyle B. (1996)	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	5720-3832	54	34	483	4,22
Sierra Juarez, Oaxaca(M6)-Boyle B. (1996)	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	5720-3832	59	31	311	7,83
Sierra Juarez, Oaxaca(M5)-Boyle B. (1996)	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	5720-3832	55	28	397	6,37
Sierra Juarez, Oaxaca-Gentry A. (1995)	0.1 ha/dap >2.5 cm	1750	5550	56	32	347	-
Benito Juarez, Chiapas-Gentry A. (1995)	0.1 ha/dap >2.5 cm	2100	600?	30 (17**)	21	233	-
Las Joyas Manantlan, Jalisco-Gentry A. (1995)	0.1 ha/dap >2.5 cm	1950	1727	35 (20**)	26	198	-
Quince Ocotes, Jalisco-Gentry A. (1995)	0.1 ha/dap >2.5 cm	1800	-	44 (22**)	33	246	-

Donde: No= número o cantidad, **= dap>10, *=0.1 ha estimado, (1)= Metodo Alder y Synnott (1992), (2)=Metodo PPM, (3)=10 Parcelas de 0.1ha distribuidas altitudinalmente, s/d =sin datos, (+)= estimado para 1 ha.

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

Anexo 6.

Indice del Valor de Importancia de Familias (IVIF), ordenadas por su representatividad ecológica y por PTM; con abundancia (ABUN), dominancia (DOM) y diversidad (DIV) absolutas (ABS) y relativas (REL); en el rango altitudinal fondos de valle (1.700-1.900 m) Serranía Peñalito (ANMI-Madidi).

FAMILIAS	Plano Patiapo (1.715 m) P1								Arroyo campamento (1.850 m) P2								Chiriuno (1.850 m) P3								Plano pie de Cerro (1.910 m) P4								IVIFp			
	ABUN	REL	DOM	REL	DIV	REL	IVF	REL	ABUN	REL	DOM	REL	DIV	REL	IVF	REL	ABUN	REL	DOM	REL	DIV	REL	IVF	REL	ABUN	REL	DOM	REL	DIV	REL	IVF	REL	ABS	REL		
Melastomataceae	42	10,94	0,32	8,21	6	8,00	27,15	9,05	41	14,70	0,37	9,67	8	12,90	37,27	12,42	43	14,05	0,88	20,00	11	13,41	47,46	15,82	51	8,27	0,26	5,10	6	9,84	23,20	7,73	33,77	11,26		
Rubiaceae	50	13,02	0,08	2,05	11	14,67	29,73	9,91	24	8,60	0,37	9,81	7	11,29	29,70	9,90	35	11,44	0,66	15,04	12	14,63	41,11	13,70	29	4,70	0,13	2,54	4	6,56	13,80	4,60	28,59	9,53		
Cyatheaceae	25	6,51	0,26	6,62	1	1,33	14,46	4,82	44	15,77	0,44	11,43	1	1,61	28,81	9,60	55	17,97	0,56	12,76	4	4,88	35,61	11,87	104	16,86	0,74	14,33	1	1,64	32,82	10,94	27,93	9,31		
Lauraceae	27	7,03	0,35	8,85	7	9,33	25,21	8,40	8	2,87	0,15	3,98	2	3,23	10,08	3,36	14	4,58	0,20	4,45	7	8,54	17,56	5,85	18	2,92	0,23	4,40	7	11,48	18,79	6,26	17,91	5,97		
Chloranthaceae	3	0,78	0,00	0,11	1	1,33	2,22	0,74	38	13,62	0,62	16,10	1	1,61	31,33	10,44	33	10,78	0,59	13,49	2	2,44	26,72	8,91	3	0,49	0,17	3,33	2	3,28	7,09	2,36	16,84	5,61		
Myrtaceae	42	10,94	0,80	20,37	8	10,67	41,98	13,99	9	3,23	0,11	2,87	3	4,84	10,93	3,64	10	3,27	0,04	1,02	2	2,44	6,73	2,24	5	0,81	0,02	0,41	3	4,92	6,13	2,04	16,44	5,48		
Euphorbiaceae	19	4,95	0,37	9,36	2	2,67	16,98	5,66	10	3,58	0,09	2,43	5	8,06	14,07	4,69	16	5,23	0,05	1,16	7	8,54	14,93	4,98	3	0,49	0,10	1,99	2	3,28	5,75	1,92	12,93	4,31		
Poaceae																									255	41,33	0,17	3,26	2	3,28	47,87	15,96	47,87	3,99		
Monimiaceae	11	2,86	0,07	1,73	2	2,67	7,26	2,42	7	2,51	0,05	1,29	3	4,84	8,64	2,89	9	2,94	0,06	1,44	3	3,66	8,04	2,68	51	8,27	0,52	10,08	3	4,92	23,27	7,76	11,80	3,93		
Clusiaceae	2	0,52	0,59	15,04	2	2,67	18,23	6,08	10	3,58	0,46	12,07	3	4,84	20,50	6,83	3	0,98	0,15	3,30	2	2,44	6,72	2,24									0,00	15,15	3,79	
Moraceae	6	1,56	0,22	5,50	3	4,00	11,07	3,69	4	1,43	0,04	0,94	3	4,84	7,21	2,40	14	4,58	0,12	2,83	4	4,88	12,28	4,09	6	0,97	0,15	2,96	3	4,92	8,85	2,95	9,85	3,28		
Araliaceae	19	4,95	0,11	2,79	2	2,67	10,41	3,47	12	4,30	0,05	1,37	3	4,84	10,51	3,50	21	6,86	0,20	4,60	2	2,44	13,90	4,63	3	0,49	0,09	1,74	1	1,64	3,87	1,29	9,67	3,22		
Meliaceae	6	1,56	0,08	2,04	3	4,00	7,61	2,54	2	0,72	0,00	0,08	2	3,23	4,02	1,34									14	2,27	0,91	17,77	2	3,28	23,32	7,77		11,65	2,91	
Arecaceae	56	14,58	0,04	1,11	3	4,00	19,70	6,57	15	5,38	0,18	4,82	2	3,23	13,42	4,47	1	0,33	0,00	0,01	1	1,22	1,56	0,52									0,00	11,56	2,89	
Annonaceae	5	1,30	0,06	1,65	2	2,67	5,62	1,87	7	2,51	0,05	1,21	2	3,23	6,94	2,31	10	3,27	0,11	2,39	2	2,44	8,10	2,70	4	0,65	0,37	7,15	2	3,28	11,07	3,69	7,93	2,64		
Clethraceae	4	1,04	0,02	0,42	1	1,33	2,80	0,93	17	6,09	0,25	6,63	2	3,23	15,95	5,32	2	0,65	0,09	1,94	1	1,22	3,81	1,27	1	0,16	0,01	0,11	1	1,64	1,91	0,64	6,12	2,04		
Celastraceae									1	0,36	0,03	0,86	1	1,61	2,83	0,94	3	0,98	0,06	1,46	1	1,22	3,66	1,22	14	2,27	0,62	12,10	1	1,64	16,01	5,34	7,50	1,87		
Fabaceae	2	0,52	0,01	0,14	1	1,33	2,00	0,67	4	1,43	0,13	3,30	2	3,23	7,96	2,65	3	0,98	0,04	0,90	3	3,66	5,54	1,85	4	0,65	0,04	0,71	2	3,28	4,64	1,55	5,03	1,88		
Theaceae	8	2,08	0,07	1,78	1	1,33	5,20	1,73	2	0,72	0,15	3,85	1	1,61	6,18	2,06	2	0,65	0,22	5,02	1	1,22	6,89	2,30									6,09	1,52		
Asteraceae	4	1,04	0,00	0,12	1	1,33	2,49	0,83	5	1,79	0,00	0,13	1	1,61	3,53	1,18	5	1,63	0,05	1,15	2	2,44	5,23	1,74	8	1,30	0,01	0,19	3	4,92	6,41	2,14	4,41	1,47		
Sapindaceae	8	2,08	0,06	1,43	1	1,33	4,84	1,61	4	1,43	0,02	0,40	2	3,23	5,06	1,69	1	0,33	0,00	0,03	1	1,22	1,58	0,53	4	0,65	0,00	0,07	2	3,28	4,00	1,33	3,87	1,29		
Piperaceae	18	4,69	0,03	0,75	1	1,33	6,77	2,26	1	0,33	0,00	0,02	1	1,22	1,56	0,52	10	1,62	0,01	0,24	3	4,92	6,78	2,26									5,04	1,26		
Arbol	4	1,04	0,22	5,65	1	1,33	8,02	2,67									1	0,33	0,01	0,14	1	1,22	1,68	0,56	2	0,32	0,12	2,40	1	1,64	4,36	1,45	4,69	1,17		
Rosaceae	3	0,78	0,03	0,78	1	1,33	2,90	0,97									5	1,63	0,05	1,11	2	2,44	5,18	1,73	3	0,49	0,01	0,23	2	3,28	4,00	1,33	4,03	1,01		
Myrsinaceae									4	1,43	0,12	3,01	2	3,23	7,67	2,56	2	0,65	0,02	0,40	2	2,44	3,49	1,16									0,00	5,58	0,93	
Cecropiaceae																	3	0,98	0,10	2,18	1	1,22	4,38	1,46	2	0,32	0,10	2,04	1	1,64	4,00	1,33	4,19	0,70		
Acanthaceae									1	0,36	0,00	0,01	1	1,61	1,98	0,66	1	0,33	0,00	0,04	1	1,22	1,58	0,53	8	1,30	0,09	1,70	1	1,64	4,64	1,55	2,73	0,68		
Cunoniaceae	2	0,52	0,01	0,32	1	1,33	2,18	0,73	5	1,79	0,06	1,47			3,26	1,09	4	1,31	0,01	0,22	1	1,22	2,75	0,92									0,00	2,73	0,68	
Podocarpaceae	2	0,52	0,01	0,18	1	1,33	2,04	0,68	2	0,72	0,00	0,06	2	3,23	4,00	1,33									1	0,16	0,01	0,14	1	1,64	1,95	0,65	2,66	0,67		
Anacardiaceae																	1	0,33	0,00	0,06	1	1,22	1,60	0,53	2	0,32	0,22	4,27	1	1,64	6,23	2,08	3,92	0,65		
Burseraceae	5	1,30	0,04	1,12	2	2,67	5,09	1,70																	5	0,81	0,01	0,20	1	1,64	2,65	0,88	3,87	0,64		
Solanaceae	3	0,78	0,00	0,05	3	4,00	4,83	1,61									1	0,33	0,01	0,17	1	1,22	1,72	0,57									3,28	0,55		
Sabiaceae									2	0,72	0,08	2,08	2	3,23	6,03	2,01																		6,03	0,50	
Magnoliaceae	2	0,52	0,00	0,04	1	1,33	1,90	0,63	1	0,36	0,00	0,11	1	1,61	2,08	0,69	1	0,33	0,00	0,09	1	1,22	1,64	0,55									0,00	1,87	0,47	
Elaeocarpaceae																		5	1,63	0,11	2,56	1	1,22	5,42	1,81								0,00	5,42	0,45	
Sapotaceae	2	0,52	0,03	0,69	2	2,67	3,87	1,29																											3,87	0,32
Aquifoliaceae	2	0,52	0,01	0,13	2	2,67	3,32	1,11																											3,32	0,28
Hippocrateaceae																										5	0,81	0,01	0,16	1	1,64	2,61	0,87	2,61	0,22	
Boraginaceae	1	0,26	0,03	0,83	1	1,33	2,43	0,81																										0,00	2,43	0,20
Flacourtiaceae																										1	0,16	0,02	0,33	1	1,64	2,13	0,71	2,13	0,18	
Malpighiaceae																										1	0,16	0,00	0,05	1	1,64	1,85	0,62	1,85	0,15	
Actinidiaceae	1	0,26	0,00	0,12	1	1,33	1,71	0,57																										0,00	1,71	0,14
Vitaceae																		1	0,33	0,00	0,03	1	1,22	1,58										1,58	0,00	
TOTAL	384	100	3,93	100	75	100	300	100	279	100	3,82	100	118	100	300	100	306	100	4,40	100	119	100	300	100	617	100	5,13	100	126	100	300	100	300	100		

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

Anexo 7.

FAMILIAS	PPM-Sur (1.936 m) P5					Parfil Poñalito (1.925-1.970 m) P6					PPM-Norte (2.000 m) P7					Curcural (2.010 m) P8					a Pefailto (ANMI-Madidi)					Cerro 1 (2.030 m) P9					IVIF												
	AB	REL	DO	REL	IVIF	REL	AB	REL	DO	REL	IVIF	REL	AB	REL	DO	REL	IVIF	REL	AB	REL	DO	REL	IVIF	REL	AB	REL	DO	REL	IVIF	REL	ABS	REL											
Lauraceae	33	8,31	0,39	13,84	5	7,81	29,97	9,99	29	10,07	0,25	9,14	9	14,52	33,72	11,24	41	11,88	1,18	39,38	8	15,69	66,95	22,32	37	7,41	0,72	26,93	8	16,67	51,01	17,00	49	10,14	0,49	20,03	4	11,11	41,29	13,76	44,59	14,86	
Melastomataceae	66	16,62	0,20	7,02	9	14,06	37,70	12,57	46	15,97	0,18	6,53	9	14,52	37,02	12,34	61	17,68	0,13	4,28	6	11,76	33,73	11,24	105	21,04	0,20	7,56	8	16,67	45,26	15,09	77	15,94	0,18	7,58	6	16,67	40,19	13,40	38,78	12,93	
Euphorbiaceae	32	8,06	0,33	11,87	4	6,25	26,18	8,73	24	8,33	0,37	13,53	6	9,68	31,54	10,51	45	13,04	0,46	15,55	4	7,84	36,44	12,15	75	15,03	0,47	17,53	2	4,17	36,72	12,24	155	32,09	0,65	26,75	1	2,78	61,62	20,54	38,50	12,83	
Rubiaceae	29	7,30	0,04	1,41	4	6,25	14,97	4,99	19	6,60	0,10	3,56	5	8,06	18,23	6,08	22	6,38	0,02	0,69	4	7,84	14,91	4,97	67	13,43	0,09	3,26	3	6,25	22,94	7,65	36	7,45	0,03	1,24	3	8,33	17,02	5,67	17,61	5,87	
Aquifoliaceae	10	2,52	0,60	21,38	2	3,13	27,02	9,01									10	2,90	0,29	9,67	2	3,92	16,49	5,50	18	3,61	0,32	12,09	2	4,17	19,87	6,62	29	6,00	0,31	12,54	2	5,56	23,43	7,81	12,64	4,21	
Clusiaceae	5	1,26	0,04	1,31	3	4,69	7,26	2,42	2	0,69	0,01	0,47	1	1,61	2,78	0,93	16	4,64	0,25	8,24	2	3,92	16,80	5,60	25	5,01	0,10	3,75	2	4,17	12,93	4,31	38	7,87	0,24	10,01	2	5,56	24,10	8,03	21,87	5,83	
Cyathtaceae	9	2,27	0,14	4,85	1	1,56	8,68	2,89	40	13,89	0,59	21,24	1	1,61	36,74	12,25	10	2,90	0,08	2,60	1	1,96	7,46	2,49								1	0,21	0,01	0,30	1	2,78	3,28	1,09	14,04	3,74		
Poaceae	37	9,32	0,03	0,89	1	1,56	11,77	3,92	32	11,11	0,02	0,87	1	1,61	13,60	4,53	30	8,70	0,02	0,60	1	1,96	11,26	3,75	35	7,01	0,03	1,08	1	2,08	10,18	3,39	6	1,24	0,00	0,15	1	2,78	4,17	1,39	10,20	3,40	
Myrtaceae	19	4,79	0,06	2,00	4	6,25	13,04	4,35	2	0,69	0,02	0,70	2	3,23	4,62	1,54	9	2,61	0,04	1,30	2	3,92	7,83	2,61	18	3,61	0,05	1,75	2	4,17	9,52	3,17	9	1,86	0,06	2,59	2	5,56	10,01	3,34	9,01	3,00	
Clethraceae	9	2,27	0,22	7,83	2	3,13	13,22	4,41	12	4,17	0,46	16,72	1	1,61	22,50	7,50	5	1,45	0,02	0,59	1	1,96	4,00	1,33	1	0,20	0,00	0,06	1	2,08	2,35	0,78	4	0,83	0,00	0,17	1	2,78	3,77	1,26	7,75	2,58	
Araliaceae	19	4,79	0,08	2,70	3	4,69	12,17	4,06	7	2,43	0,07	2,67	2	3,23	8,33	2,78	9	2,61	0,02	0,83	3	5,88	9,32	3,11	11	2,20	0,02	0,85	1	2,08	5,14	1,71	4	0,83	0,00	0,17	1	2,78	3,77	1,26	7,75	2,58	
Myrsinaceae	9	2,27	0,02	0,68	1	1,56	4,51	1,50									19	5,51	0,04	1,51	2	3,92	10,93	3,64	25	5,01	0,10	3,72	1	2,08	10,81	3,60	31	6,42	0,05	1,91	1	2,78	11,10	3,70	9,34	2,49	
Annonaceae	16	4,03	0,19	6,63	1	1,56	12,22	4,07	12	4,17	0,21	7,47	2	3,23	14,86	4,95	13	3,77	0,06	2,02	1	1,96	7,75	2,58	1	0,20	0,01	0,19	1	2,08	2,47	0,82											
Anacardiaceae	10	2,52	0,02	0,55	1	1,56	4,63	1,54									12	3,48	0,05	1,63	1	1,96	7,07	2,36	6	1,20	0,09	3,31	1	2,08	6,60	2,20	6	1,24	0,15	6,06	1	2,78	10,08	3,36	7,10	1,89	
Podocarpaceae	1	0,25	0,03	1,12	1	1,56	2,93	0,98									1	0,29	0,01	0,21	1	1,96	2,46	0,82	4	0,80	0,22	8,44	1	2,08	11,33	3,78	9	1,86	0,15	6,06	1	2,78	10,70	3,57	6,86	1,83	
Chloranthaceae	30	7,56	0,04	1,47	1	1,56	10,59	3,53	16	5,56	0,03	1,10	1	1,61	8,27	2,76	16	4,64	0,03	0,93	1	1,96	7,53	2,51																			
Meliaceae	18	4,53	0,12	4,16	1	1,56	10,25	3,42	3	1,04	0,02	0,57	2	3,23	4,84	1,61	6	1,74	0,06	1,94	1	1,96	5,64	1,88	4	0,80	0,03	0,96	1	2,08	3,85	1,28											
Cunoniaceae									3	1,04	0,09	3,24	1	1,61	5,89	1,96	3	0,87	0,03	1,08	1	1,96	3,91	1,30	5	1,00	0,02	0,83	2	4,17	6,00	2,00	10	2,07	0,03	1,22	1	2,78	6,07	2,02	5,47	1,46	
Asteraceae	4	1,01	0,00	0,15	2	3,13	4,28	1,43	8	2,78	0,02	0,54	3	4,84	8,16	2,72	1	0,29	0,00	0,05	1	1,96	2,30	0,78	1	0,20	0,00	0,07	1	2,08	2,36	0,79	4	0,83	0,01	0,25	1	2,78	3,86	1,29	4,19	1,40	
Theaceae	1	0,25	0,00	0,02	1	1,56	1,83	0,61	1	0,35	0,14	5,11	1	1,61	7,07	2,36	4	1,16	0,12	3,94	2	3,92	9,02	3,01	1	0,20	0,01	0,22	1	2,08	2,51	0,84											
Ericaceae																	2	0,58	0,00	0,05	1	1,96	2,59	0,86	41	8,22	0,06	2,08	1	2,08	12,38	4,13	7	1,45	0,01	0,25	1	2,78	4,48	1,49	6,48	1,30	
Moraceae	10	2,52	0,07	2,55	2	3,13	8,20	2,73	5	1,74	0,06	2,33	2	3,23	7,29	2,43									2	0,40	0,02	0,60	1	2,08	3,08	1,03											
Sapotaceae	1	0,25	0,00	0,02	1	1,56	1,83	0,61	1	0,35	0,00	0,03	1	1,61	1,99	0,66	1	0,29	0,07	2,21	1	1,96	4,46	1,49																			
Fabaceae	7	1,76	0,06	2,02	1	1,56	5,34	1,78	4	1,39	0,03	1,07	2	3,23	5,69	1,90									3	0,60	0,03	1,10	1	2,08	3,78	1,26	1	0,21	0,00	0,15	1	2,78	3,14	1,05	6,19	1,24	
Protaceae																									4	0,80	0,05	1,82	2	4,17	6,78	2,26	2	0,41	0,00	0,11	1	2,78	3,30	1,10	5,04	0,67	
Monimiaceae	7	1,76	0,02	0,69	3	4,69	7,14	2,38	3	1,04	0,00	0,12	1	1,61	2,77	0,92																											
Styracaceae	1	0,25	0,00	0,09	1	1,56	1,91	0,64	1	0,35	0,00	0,11	1	1,61	2,07	0,89									2	0,40	0,00	0,06	1	2,08	2,54	0,85	1	0,21	0,00	0,07	1	2,78	3,06	1,02	2,39	0,64	
Sabiaceae	2	0,50	0,00	0,09	1	1,56	2,16	0,72	1	0,35	0,01	0,36	1	1,61	2,32	0,77																											
Rosaceae	2	0,50	0,02	0,54	1	1,56	2,61	0,87	3	1,04	0,01	0,32	1	1,61	2,97	0,99																											
Cecropiaceae	1	0,25	0,07	2,51	1	1,56	4,33	1,44	2	0,69	0,02	0,55	1	1,61	2,86	0,95																											
Burseraceae	1	0,25	0,00	0,17	1	1,56	1,98	0,66	6	2,08	0,04	1,30	1	1,61	5,00	1,67									7	1,40	0,03	1,09	2	4,17	6,66	2,22											
Symplocaceae																																											
Sapindaceae	2	0,50	0,00	0,13	1	1,56	2,20	0,73									4	1,16	0,01	0,43	1																						

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

ESPECIES	Plano Patiapo (1.715 m) P1								Arroyo campamento (1.850 m) P2								Chiriuno (1.850 m) P3								Plano pie de Cerro (1.910 m) P4								IVIFp	
	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	ABS	REL
<i>Piper</i> sp. 2																1	0,33	0	0,02	1	0,57	0,92	0,31	3	0,49	0	0,04	2	1,16	1,69	0,56	1,3	0,43	
<i>Faramea candelabrum</i>	1	0,26	0	0,06	1	0,48	0,8	0,27									2	0,65	0,02	0,45	1	0,57	1,68	0,56									1,24	0,41
<i>Richeria grandis</i>								1	0,36	0,01	0,19	1	0,66	1,21	0,4	1	0,33	0,01	0,29	1	0,57	1,19	0,4									1,2	0,4	
<i>Alchornea</i> cf. <i>brittonii</i>								1	0,36	0	0,1	1	0,66	1,12	0,37	1	0,33	0	0,04	1	0,57	0,95	0,32									1,03	0,34	
<i>Psychotria</i> sp. 2								1	0,36	0	0,07	1	0,66	1,09	0,36	1	0,33	0	0,04	1	0,57	0,94	0,31									1,02	0,34	
<i>Stylogyne ambigua</i>								1	0,36	0	0,06	1	0,66	1,08	0,36	1	0,33	0	0,02	1	0,57	0,92	0,31									1	0,33	
<i>Palicourea flavifolia</i>	2	0,52	0	0,04	1	0,48	1,04	0,35									1	0,36	0	0,04	1	0,66	1,06	0,35									0,98	0,33
<i>Podocarpus ingensis</i>								1	0,36	0	0,04	1	0,66	1,06	0,35									1	0,16	0,01	0,14	1	0,58	0,89	0,3	0,97	0,32	
<i>Chusquea</i> sp. 1																								242	39,22	0,16	3,09	8	4,65	46,97	15,66	46,97	15,66	
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	51	13,28	0,04	0,93	10	4,81	19,02	6,34																									19,02	6,34
<i>Cyathea multiflora</i>																15	4,9	0,16	3,69	7	4,02	12,62	4,21									12,62	4,21	
<i>Miconia</i> sp. 7	21	5,47	0,08	2,08	8	3,85	11,4	3,8																									11,4	3,8
<i>Myrcia</i> sp. 1	4	1,04	0,33	8,31	3	1,44	10,8	3,6																									10,8	3,6
<i>Rudgea</i> sp. 2	20	5,21	0,03	0,81	8	3,85	9,87	3,29																									9,87	3,29
<i>Piper</i> sp. 1	18	4,69	0,03	0,75	6	2,88	8,32	2,77																									8,32	2,77
<i>Myrcia fallax</i>	12	3,13	0,11	2,79	5	2,4	8,32	2,77																									8,32	2,77
<i>Nectandra</i> cf. <i>membranacea</i>	6	1,56	0,14	3,56	3	1,44	6,56	2,19																									6,56	2,19
<i>Myrsine coriacea</i>								3	1,08	0,11	2,95	3	1,99	6,02	2,01																	6,02	2,01	
<i>Sloanea</i> sp.																5	1,63	0,11	2,56	3	1,72	5,92	1,97									5,92	1,97	
<i>Myrcia paivae</i>																6	1,96	0,03	0,61	5	2,87	5,44	1,81									5,44	1,81	
<i>Siphoneugena</i> sp.	6	1,56	0,04	1,06	5	2,4	5,03	1,68																									5,03	1,68
<i>Chusquea</i> sp. 2								4	1,43	0,05	1,4	2	1,32	4,16	1,39									13	2,11	0,01	0,17	4	2,33	4,6	1,53	4,6	1,53	
<i>Clethra revoluta</i>																								5	0,81	0,01	0,2	5	2,91	3,91	1,3	3,91	1,3	
<i>Protium glabrescens</i>																								5	0,81	0,03	0,55	4	2,33	3,68	1,23	3,68	1,23	
<i>Elaeagia</i> sp. 1																																3,55	1,18	
<i>Protium</i> sp.	4	1,04	0,04	1,07	3	1,44	3,55	1,18									4	1,31	0,02	0,41	3	1,72	3,44	1,15									3,44	1,15
<i>Myrcia</i> sp. 3																3	0,98	0,03	0,63	3	1,72	3,33	1,11									3,33	1,11	
<i>Prunus</i> sp. 2																								4	0,65	0,01	0,28	4	2,33	3,25	1,08	3,25	1,08	
<i>Miconia</i> sp. 2								3	1,08	0	0,12	3	1,99	3,19	1,06																	3,19	1,06	
<i>Oreopanax</i> cf. <i>membranaceus</i>																4	1,31	0,01	0,13	3	1,72	3,16	1,05									3,16	1,05	
<i>Mutisia lanata</i>								1	0,36	0,08	2,04	1	0,66	3,06	1,02									1	0,16	0,12	2,3	1	0,58	3,05	1,02	3,05	1,02	
<i>Meliosma herbertii</i>																								2	0,32	0,08	1,52	2	1,16	3	1	3	1	
<i>Nectandra</i> sp. 1																								6	0,97	0,01	0,18	3	1,74	2,89	0,96	2,89	0,96	
<i>Tetrorchidium andinum</i>																4	1,31	0,02	0,41	2	1,15	2,87	0,96									2,87	0,96	
<i>Piper</i> cf. <i>obliquum</i>																																2,87	0,96	
<i>Miconia</i> cf. <i>ampla</i>																																2,87	0,96	
<i>Trichilia</i> sp.	3	0,78	0,02	0,4	3	1,44	2,63	0,88																									2,63	0,88
<i>Myrcia</i> sp. 2	3	0,78	0,01	0,33	3	1,44	2,55	0,85																									2,55	0,85
<i>Asteraceae</i> sp. 3																								4	0,65	0,01	0,1	3	1,74	2,49	0,83	2,49	0,83	
<i>Alchornea</i> sp. 2																3	0,98	0,01	0,26	2	1,15	2,38	0,79									2,38	0,79	
<i>Eugenia florida</i> DC.	1	0,26	0,06	1,57	1	0,48	2,31	0,77																									2,31	0,77
<i>Paullinia</i> sp.																								3	0,49	0	0,05	3	1,74	2,28	0,76	2,28	0,76	
<i>Rhodostemonodaphne kunthiana</i>																2	0,65	0,04	0,99	1	0,57	2,22	0,74									2,22	0,74	
<i>Beilschmiedia</i> cf. <i>latifolia</i>																								2	0,32	0,03	0,66	2	1,16	2,14	0,71	2,14	0,71	
<i>Cyathea conjugata</i>																2	0,65	0,01	0,32	2	1,15	2,13	0,71									2,13	0,71	
<i>Ficus mathewsii</i>																2	0,65	0,01	0,32	2	1,15	2,12	0,71									2,12	0,71	
<i>Miconia</i> sp. 9								3	1,08	0,01	0,26	1	0,66	2	0,67																	2	0,67	
<i>Miconia</i> sp. 12	2	0,52	0,02	0,51	2	0,96	1,99	0,66																									1,99	0,66
<i>Vernonanthura patens</i>																1	0,33	0,05	1,03	1	0,57	1,93	0,64									1,93	0,64	
<i>Posoqueria</i> sp.																2	0,65	0,03	0,66	1	0,57	1,89	0,63									1,89	0,63	
<i>Perebea angustifolia</i>	2	0,52	0,01	0,3	2	0,96	1,78	0,59																									1,78	0,59
<i>Podocarpus oleifolius</i>	2	0,52	0,01	0,18	2	0,96	1,67	0,56																									1,67	0,56
<i>Psychotria tinctoria</i>	2	0,52	0,01	0,13	2	0,96	1,61	0,54																									1,61	0,54
<i>Chomelia</i> cf. <i>tenuiflora</i>	2	0,52	0	0,12	2	0,96	1,61	0,54																									1,61	0,54
<i>Endlicheria paniculata</i>																								2	0,32	0	0,09	2	1,16	1,58	0,53	1,58	0,53	
<i>Cordia</i> sp.	1	0,26	0,03	0,83	1	0,48	1,57	0,52																									1,57	0,52
<i>Salacia spectabilis</i>																								5	0,81	0,01	0,16	1	0,58					

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

ESPECIES	Plano Patiapo (1.715 m) P1								Arroyo campamento (1.850 m) P2								Chiriuno (1.850 m) P3								Plano pie de Cerro (1.910 m) P4								IVIFp	
	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	ABS	REL
<i>Myrsine</i> sp.																1	0,33	0,02	0,38	1	0,57	1,28	0,43									1,28	0,43	
<i>Croton</i> sp.																																1,21	0,4	
<i>Chrysochlamys</i> sp.																1	0,33	0,01	0,2	1	0,57	1,11	0,37									1,11	0,37	
<i>Pouteria</i> sp.	1	0,26	0,01	0,36	1	0,48	1,1	0,37																									1,1	0,37
<i>Clusia</i> sp. 3																1	0,36	0	0,05	1	0,66	1,07	0,36									1,07	0,36	
<i>Casearia</i> cf. <i>nigricolor</i>																								1	0,16	0,02	0,33	1	0,58	1,07	0,36	1,07	0,36	
<i>Solanum</i> <i>abutifolium</i>																1	0,33	0,01	0,17	1	0,57	1,07	0,36									1,07	0,36	
<i>Miconia</i> cf. <i>aequatorialis</i>																1	0,36	0	0,05	1	0,66	1,07	0,36									1,07	0,36	
<i>Pouteria</i> <i>hispida</i>	1	0,26	0,01	0,33	1	0,48	1,07	0,36																									1,07	0,36
<i>Hieronyma</i> <i>moritziana</i>																1	0,36	0	0,05	1	0,66	1,07	0,36									1,07	0,36	
<i>Meliosma</i> sp. 1																1	0,36	0	0,04	1	0,66	1,06	0,35									1,06	0,35	
<i>Prunus</i> sp. 1																								2	0,32	0,01	0,16	1	0,58	1,06	0,35	1,06	0,35	
<i>Ficus</i> cf. <i>subandina</i>																1	0,36	0	0,04	1	0,66	1,06	0,35									1,06	0,35	
<i>Prumnopitys</i> <i>harmsiana</i>																1	0,36	0	0,03	1	0,66	1,05	0,35									1,05	0,35	
<i>Geonoma</i> sp.																1	0,36	0	0,02	1	0,66	1,04	0,35									1,04	0,35	
<i>Cyathea</i> <i>caracasana</i>																1	0,33	0	0,11	1	0,57	1,01	0,34									1,01	0,34	
<i>Alchornea</i> cf. <i>anamariae</i>																1	0,33	0	0,1	1	0,57	1	0,33									1	0,33	
<i>Dalbergia</i> <i>frutescens</i> var. <i>Tomentosa</i>																1	0,33	0	0,09	1	0,57	0,99	0,33									0,99	0,33	
<i>Graffenrieda</i> sp.																1	0,33	0	0,09	1	0,57	0,99	0,33									0,99	0,33	
<i>Miconia</i> <i>brittonii</i>																1	0,33	0	0,06	1	0,57	0,96	0,32									0,96	0,32	
<i>Graffenrieda</i> <i>cucullata</i>																1	0,33	0	0,06	1	0,57	0,96	0,32									0,96	0,32	
<i>Faramaea</i> <i>bangii</i>																1	0,33	0	0,04	1	0,57	0,94	0,31									0,94	0,31	
<i>Cissus</i> <i> trianae</i>																1	0,33	0	0,03	1	0,57	0,93	0,31									0,93	0,31	
<i>Miconia</i> sp. 1																1	0,33	0	0,02	1	0,57	0,92	0,31									0,92	0,31	
<i>Faramaea</i> <i>multiflora</i>																1	0,33	0	0,02	1	0,57	0,92	0,31									0,92	0,31	
<i>Alchornea</i> sp. 1																1	0,33	0	0,02	1	0,57	0,92	0,31									0,92	0,31	
<i>Elaeagia</i> sp. 2																1	0,33	0	0,02	1	0,57	0,92	0,31									0,92	0,31	
<i>Alchornea</i> cf. <i>latifolia</i>																1	0,33	0	0,02	1	0,57	0,92	0,31									0,92	0,31	
<i>Endlicheria</i> <i>dysodantha</i>																1	0,33	0	0,02	1	0,57	0,92	0,31									0,92	0,31	
<i>Saurauia</i> cf. <i>spectabilis</i>	1	0,26	0	0,12	1	0,48	0,86	0,29																									0,86	0,29
<i>Myrcia</i> cf. <i>fenestrata</i>																								1	0,16	0,01	0,12	1	0,58	0,86	0,29	0,86	0,29	
<i>Ilex</i> cf. <i>aggregata</i>	1	0,26	0	0,1	1	0,48	0,84	0,28																									0,84	0,28
<i>Clusia</i> sp. 2	1	0,26	0	0,09	1	0,48	0,83	0,28																									0,83	0,28
<i>Croton</i> cf. <i>lechleri</i>	1	0,26	0	0,08	1	0,48	0,82	0,27																									0,82	0,27
<i>Endlicheria</i> <i>szyszlowiczii</i>																								1	0,16	0	0,08	1	0,58	0,82	0,27	0,82	0,27	
<i>Stigmaphyllon</i> sp.																								1	0,16	0	0,05	1	0,58	0,79	0,26	0,79	0,26	
<i>Protium</i> <i>meridionale</i>	1	0,26	0	0,05	1	0,48	0,79	0,26																									0,79	0,26
<i>Psychotria</i> cf. <i>carthagenensis</i>	1	0,26	0	0,05	1	0,48	0,79	0,26																									0,79	0,26
<i>Nectandra</i> sp. 4	1	0,26	0	0,04	1	0,48	0,78	0,26																									0,78	0,26
<i>Ilex</i> sp. 2	1	0,26	0	0,04	1	0,48	0,78	0,26																									0,78	0,26
<i>Ocotea</i> cf. <i>cernua</i>	1	0,26	0	0,03	1	0,48	0,77	0,26																									0,77	0,26
<i>Piper</i> sp. 5																								1	0,16	0	0,02	1	0,58	0,76	0,25	0,76	0,25	
<i>Ciphomandra</i> sp.	1	0,26	0	0,02	1	0,48	0,76	0,25																									0,76	0,25
<i>Cestrum</i> sp.	1	0,26	0	0,02	1	0,48	0,76	0,25																									0,76	0,25
Sapindaceae sp.																								1	0,16	0	0,02	1	0,58	0,76	0,25	0,76	0,25	
<i>Mikania</i> sp.																								1	0,16	0	0,01	1	0,58	0,76	0,25	0,76	0,25	
<i>Solanum</i> sp.	1	0,26	0	0,01	1	0,48	0,75	0,25																									0,75	0,25
TOTAL	384	100	3,93	100	208	100	300	100	279	100	3,82	100	151	100	300	100	306	100	4,4	100	174	100	300	100	617	100	5,13	100	172	100	300	100	300	100

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

Anexo 9.

Indice Valor de Importancia (IVI) de las especies, en orden de representatividad ecológica; con abundancia (AB), dominancia (DO) y frecuencia (FR); absoluta (ABS) y relativa (REL) por PTM en laderas (1.900-2.100 m) Serania Peñalito (ANMI Madidi).

ESPECIES	PPM-Sur (1.936 m) P5						Perfil Peñalito (1.925-1.970 m) P6						PPM-Norte (2.000 m) P7						Curcural (2.010 m) P8						Cerro 1 (2.030 m) P9						IVIFp																	
	AB	REL	DO	REL	FR	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL		AB	REL	DO	REL	FR	REL	ABS	REL									
<i>Alchornea acroneura</i>	10	2,52	0,06	2,06	3	1,52	6,10	2,03	1	0,35	0,01	0,47	1	0,63	1,45	0,48	37	10,72	0,32	10,68	10	6,45	27,85	9,28	74	14,83	0,46	17,16	10	5,81	37,80	12,60	155	32,09	0,65	26,75	10	6,33	65,17	21,72	27,67	9,22						
<i>Chusquea sp. 2</i>	37	9,32	0,03	0,89	7	3,55	13,77	4,59	32	11,11	0,02	0,87	7	4,43	16,41	5,47	30	8,70	0,02	0,60	9	5,81	15,10	5,03	35	7,01	0,03	1,08	6	3,49	11,59	3,86	6	1,24	0,00	0,15	3	1,90	3,29	1,10	12,03	4,01						
<i>Miconia brittonii</i>	12	3,02	0,04	1,26	6	3,05	7,33	2,44	5	1,74	0,02	0,88	5	3,16	5,78	1,93	41	11,88	0,08	2,60	8	5,16	19,65	6,55	35	7,01	0,08	2,85	10	5,81	15,68	5,23	21	4,35	0,02	0,96	8	5,06	10,37	3,46	11,76	3,92						
<i>Psychotria bangii</i>	15	3,78	0,02	0,54	5	2,54	6,86	2,29	8	2,78	0,02	0,73	5	3,16	6,67	2,22	19	5,51	0,02	0,56	6	3,87	9,94	3,31	59	11,82	0,07	2,63	10	5,81	20,27	6,76	32	6,63	0,02	0,96	10	6,33	13,91	4,64	11,53	3,84						
<i>Nectandra cf. membranacea</i>	4	1,01	0,05	1,74	3	1,52	4,27	1,42	4	1,39	0,06	2,34	1	0,63	4,36	1,45	12	3,48	0,15	5,01	4	2,58	11,07	3,69	13	2,61	0,23	8,71	8	4,65	15,97	5,32	21	4,35	0,25	10,35	9	5,70	20,39	6,80	11,21	3,74						
<i>Miconia sp. 6</i>	31	7,81	0,11	3,99	10	5,08	16,88	5,63	13	4,51	0,05	1,81	6	3,80	10,12	3,37	12	3,48	0,03	1,01	3	1,94	6,42	2,14	7	1,40	0,01	0,30	3	1,74	3,45	1,15	1	0,21	0,00	0,18	1	0,63	1,02	0,34	7,58	2,53						
<i>Myrcia mollis</i>	13	3,27	0,05	1,60	5	2,54	7,41	2,47	1	0,35	0,02	0,68	1	0,63	1,66	0,55	7	2,03	0,03	1,09	7	4,52	7,63	2,54	13	2,61	0,03	0,97	7	4,07	7,65	2,55	7	1,45	0,05	1,85	5	3,16	6,47	2,16	6,16	2,03						
<i>Aniba muca</i>	6	1,51	0,13	4,61	3	1,52	7,65	2,55	4	1,39	0,01	0,28	3	1,90	3,57	1,19	3	0,87	0,04	1,18	3	1,94	3,98	1,33	5	1,00	0,17	6,54	2	1,16	8,70	2,90	5	1,04	0,05	1,86	4	2,53	5,43	1,81	5,87	1,96						
<i>Nectandra laurel</i>	1	0,25	0,01	0,36	1	0,51	1,12	0,37	2	0,69	0,02	0,78	2	1,27	2,74	0,91	3	0,87	0,00	0,16	3	1,94	2,96	0,99	2	0,40	0,00	0,08	2	1,16	1,65	0,55	22	4,55	0,19	7,79	8	5,06	17,40	5,80	5,17	1,72						
<i>Myrciania sp.</i>	3	0,76	0,00	0,15	3	1,52	2,43	0,81	1	0,35	0,00	0,02	1	0,63	1,00	0,33	2	0,58	0,01	0,22	2	1,29	2,09	0,70	5	1,00	0,02	0,78	1	0,58	2,36	0,79	2	0,41	0,02	0,74	2	1,27	2,42	0,81	2,06	0,69						
<i>Pouteria pubescens</i>	1	0,25	0,00	0,02	1	0,51	0,78	0,26	1	0,35	0,00	0,03	1	0,63	1,01	0,34	1	0,29	0,07	2,21	1	0,65	3,15	1,05	3	0,60	0,03	1,10	2	1,16	2,86	0,95	1	0,21	0,00	0,15	1	0,63	0,99	0,33	1,76	0,59						
<i>Ilex sp. 1</i>	7	1,76	0,57	20,41	4	2,03	24,20	8,07									9	2,61	0,26	8,80	5	3,23	14,63	4,88	17	3,41	0,29	10,84	5	2,91	17,15	5,72	17	3,52	0,27	11,24	7	4,43	19,19	6,40	18,80	6,27						
<i>Alsophila erinacea</i>	9	2,27	0,14	4,85	8	4,06	11,18	3,73	40	13,89	0,59	21,24	10	6,33	41,46	13,82	10	2,90	0,08	2,60	5	3,23	8,72	2,91									1	0,21	0,01	0,30	1	0,63	1,14	0,38	15,62	5,21						
<i>Myrsine coriacea</i>	9	2,27	0,02	0,68	6	3,05	5,99	2,00									18	5,22	0,04	1,22	7	4,52	10,96	3,65	25	5,01	0,10	3,72	9	5,23	13,96	4,65	31	6,42	0,05	1,91	9	5,70	14,02	4,67	11,23	3,74						
<i>Clethra elongata</i>	8	2,02	0,21	7,51	4	2,03	11,55	3,85	12	4,17	0,46	16,72	5	3,16	24,05	8,02	5	1,45	0,02	0,59	4	2,58	4,62	1,54	1	0,20	0,00	0,06	1	0,58	0,84	0,28											10,27	3,42				
<i>Tapirira guianensis</i>	10	2,52	0,02	0,55	8	4,06	7,13	2,38									12	3,48	0,05	1,63	6	3,87	8,98	2,99	6	1,20	0,09	3,31	5	2,91	7,42	2,47	6	1,24	0,15	6,06	4	2,53	9,84	3,28	8,34	2,78						
<i>Bellschmidia cf. latifolia</i>	6	1,51	0,10	3,46	4	2,03	7,00	2,33	2	0,69	0,07	2,55	2	1,27	4,51	1,50	5	1,45	0,02	0,60	3	1,94	3,99	1,33	9	1,80	0,16	6,04	5	2,91	10,75	3,58											6,56	2,19				
<i>Miconia hygrophila</i>	13	3,27	0,03	1,05	5	2,54	6,86	2,29									1	0,29	0,00	0,04	1	0,65	0,98	0,33	10	2,00	0,03	1,04	6	3,49	6,53	2,18	14	2,90	0,09	3,60	8	5,06	11,56	3,85	6,48	2,16						
<i>Podocarpus ingensis</i>	1	0,25	0,03	1,12	1	0,51	1,88	0,63									1	0,29	0,01	0,21	1	0,65	1,15	0,38	4	0,80	0,22	8,44	4	2,33	11,57	3,86	9	1,86	0,15	6,06	5	3,16	11,09	3,70	6,42	2,14						
<i>Clusia multiflora</i>	3	0,76	0,03	1,02	3	1,52	3,30	1,10	2	0,69	0,01	0,47	2	1,27	2,43	0,81	5	1,45	0,22	7,44	3	1,94	10,82	3,61	8	1,60	0,07	2,45	6	3,49	7,54	2,51											6,02	2,01				
<i>Clusia sp. 1</i>	1	0,25	0,00	0,03	1	0,51	0,79	0,26									11	3,19	0,02	0,80	1	0,65	4,63	1,54	17	3,41	0,03	1,30	7	4,07	8,78	2,93	2	0,41	0,00	0,09	1	0,63	1,14	0,38	3,83	1,28						
<i>Ilex goudotii</i>	3	0,76	0,03	0,97	2	1,02	2,74	0,91									1	0,29	0,03	0,87	1	0,65	1,81	0,61	1	0,20	0,03	1,25	1	0,58	2,03	0,68	12	2,48	0,03	1,30	6	3,80	7,58	2,53	3,54	1,18						
<i>Gordonia fruticosa</i>	1	0,25	0,00	0,02	1	0,51	0,78	0,26	1	0,35	0,14	5,11	1	0,63	6,09	2,03	2	0,58	0,07	2,22	2	1,29	4,09	1,36	2	0,40	0,01	0,34	2	1,16	1,90	0,63	4	0,83	0,00	0,17	3	1,90	2,89	0,96	2,68	0,89						
<i>Schefflera cf. herzogii</i>	1	0,25	0,00	0,02	1	0,51	0,78	0,26									3	0,87	0,00	0,14	1	0,65	1,65	0,55	11	2,20	0,02	0,85	4	2,33	5,38	1,79	4	0,83	0,00	0,17	3	1,90	2,89	0,96	17,47	5,82						
<i>Nectandra cuspidata</i>	16	4,03	0,10	3,67	6	3,05	10,75	3,58									14	4,06	0,96	32,30	6	3,87	40,23	13,41	3	0,60	0,01	0,24	1	0,58	1,42	0,47												10,23	3,41			
<i>Hedyosmum racemosum</i>	30	7,56	0,04	1,47	6	3,05	12,07	4,02	16	5,56	0,03	1,10	5	3,16	9,82	3,27	16	4,64	0,03	0,93	5	3,23	8,79	2,93									34	6,81	0,05	1,94	10	5,81	14,57	4,86	16	3,31	0,02	0,74	10	6,33	10,38	3,46
<i>Miconia sp. 5</i>									5	1,74	0,03	1,01	3	1,90	4,65	1,55																														8,26	2,75	
<i>Richeria grandis</i>	6	1,51	0,10	3,58	5	2,54	7,63	2,54	4	1,39	0,20	7,08	4	2,53	11,00	3,67	4	1,16	0,09	3,06	3	1,94	6,16	2,05									1	0,20	0,01	0,19	1	0,58	0,97	0,32							8,16	2,72
<i>Guatteria lasiocalyx</i>	16	4,03	0,19	6,63	5	2,54	13,19	4,40									13	3,77	0,06	2,02	7	4,52	10,30	3,43																						7,35	2,45	
<i>Alchornea glandulosa</i>	8	2,02	0,02	0,83	5	2,54	5,38	1,79	16	5,56	0,11	4,15	7	4,43	14,13	4,71	3	0,87	0,01	0,37	2	1,29	2,53	0,84																						7,16	2,39	
<i>Dendropanax inequalipedunculatus</i>	15	3,78	0,06	2,23	8	4,06	10,07	3,36	6	2,08	0,06	2,03	5	3,16	7,27	2,42	4	1,16	0,01	0,41	4	2,58	4,15	1,38																						6,84	2,28	
<i>Cavendishia bracteata</i>																		2	0,58	0,00	0,05	1	0,65	1,27	0,42	41	8,22	0,06	2,08	7	4,07	14,37	4,79	7	1,45	0,01	0,25	5	3,16	4,87	1,62	6,84	2,28					
<i>Ruagea glabra</i>	18	4,53	0,12	4,16	10	5,08	13,77	4,59	1	0,35	0,00	0,09	1	0,63	1,07	0,36									4	0,80	0,03	0,96	2	1,16	2,93	0,98														5,92	1,97	
<i>Hieronyma moritziana</i>	8	2,02	0,15	5,40	6	3,05	10,46	3,49	1	0,35	0,03	1,25	1	0,63	2,23	0,74	1																															

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

ESPECIES	PPM-Sur (1.936 m) P5							Perfil Peñalito (1.925-1.970 m) P6							PPM-Norte (2.000 m) P7							Curcural (2.010 m) P8							Cerro 1 (2.030 m) P9							IVIFp														
	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	AB	REL	DO	REL	FR	REL	IVI	REL	ABS	REL								
Miconia sp. 13	1	0,25	0,01	0,24	1	0,51	1,00	0,33									1	0,29	0,00	0,02	1	0,65	0,96	0,32																									0,98	0,33
Miconia sp. 9									1	0,35	0,00	0,03	1	0,63	1,01	0,34									1	0,20	0,00	0,16	1	0,58	0,94	0,31																	0,98	0,33
Miconia sp. 10	1	0,25	0,00	0,02	1	0,51	0,78	0,26	1	0,35	0,00	0,02	1	0,63	1,00	0,33																									0,89	0,30								
Clusia sp. 4																																	36	7,45	0,24	9,92	9	5,70	23,07	7,69	23,07	7,69								
Miconia cf. ampla									16	5,56	0,07	2,46	6	3,80	11,81	3,94																									11,81	3,94								
Guatteria sp. 1									9	3,13	0,08	2,73	4	2,53	8,39	2,80																									8,39	2,80								
Guatteria boliviana									3	1,04	0,13	4,73	3	1,90	7,67	2,56																									7,67	2,56								
Persea subcordata									5	1,74	0,03	1,20	5	3,16	6,10	2,03																									6,10	2,03								
Meliosma herbertii																																	5	1,04	0,03	1,09	5	3,16	5,29	1,76	5,29	1,76								
Elaeagia mariae									4	1,39	0,02	0,64	4	2,53	4,56	1,52																									4,56	1,52								
Beilschmiedia tovarensis									4	1,39	0,03	1,02	3	1,90	4,31	1,44																									4,31	1,44								
Mikania sp.									5	1,74	0,01	0,34	3	1,90	3,97	1,32																									3,97	1,32								
Weinmannia ovata																	3	0,87	0,03	1,08	3	1,94	3,88	1,29																	3,88	1,29								
Ficus mathewsii	3	0,76	0,05	1,85	2	1,02	3,62	1,21																																	3,62	1,21								
Euplassa sp.																									3	0,60	0,05	1,78	2	1,16	3,54	1,18									3,54	1,18								
Symplocos neei																	6	1,20	0,01	0,49	3	1,74	3,43	1,14																	3,43	1,14								
Nectandra sp. 2																	3	0,60	0,03	1,24	2	1,16	3,01	1,00																	3,01	1,00								
Ternstroemia cf. congestiflora																	2	0,58	0,05	1,72	1	0,65	2,94	0,98																	2,94	0,98								
Malpighiaceae sp.																	3	0,87	0,01	0,21	2	1,29	2,37	0,79																	2,37	0,79								
Sloanea sp.									2	0,69	0,01	0,21	2	1,27	2,17	0,72																									2,17	0,72								
Antidaphne cf. andina																									1	0,21	0,03	1,30	1	0,63	2,14	0,71									2,14	0,71								
Talauma (vel sp. nov.)	2	0,50	0,01	0,52	2	1,02	2,04	0,68																																	2,04	0,68								
Blakea sp.									3	1,04	0,00	0,18	1	0,63	1,86	0,62																									1,86	0,62								
Myrcia sp. 2	2	0,50	0,00	0,13	2	1,02	1,65	0,55																																	1,65	0,55								
Brunellia rhoides	1	0,25	0,02	0,73	1	0,51	1,49	0,50																																	1,49	0,50								
Alchornea sp. 2									1	0,35	0,01	0,47	1	0,63	1,45	0,48																									1,45	0,48								
Mollinedia sp.	3	0,76	0,00	0,16	1	0,51	1,42	0,47																																	1,42	0,47								
Symplocos arechea																									1	0,20	0,02	0,60	1	0,58	1,39	0,46									1,39	0,46								
Leretic cordata									2	0,69	0,00	0,05	1	0,63	1,37	0,46																									1,37	0,46								
Miconia sp. 14																	1	0,29	0,01	0,32	1	0,65	1,26	0,42																	1,26	0,42								
Stylogyne ambigua																	1	0,29	0,01	0,28	1	0,65	1,22	0,41																	1,22	0,41								
Alchornea triplinervia var. boliviana																									1	0,20	0,01	0,37	1	0,58	1,15	0,38									1,15	0,38								
Elaeagia sp. 1																																	2	0,41	0,00	0,10	1	0,63	1,15	0,38									1,15	0,38
Dalbergia frutescens var. Tomentosa									1	0,35	0,00	0,16	1	0,63	1,14	0,38																									1,14	0,38								
Hieronyma cf. oblonga									1	0,35	0,00	0,12	1	0,63	1,10	0,37																									1,10	0,37								
Styrax cf. pentlandianus									1	0,35	0,00	0,11	1	0,63	1,09	0,36																									1,09	0,36								
Miconia sp. 8	2	0,50	0,00	0,07	1	0,51	1,08	0,36																																	1,08	0,36								
Clethra revoluta	1	0,25	0,01	0,32	1	0,51	1,08	0,36																																	1,08	0,36								
Mollinedia cf. racemosa	1	0,25	0,01	0,31	1	0,51	1,07	0,36																																	1,07	0,36								
Ficus sp.									1	0,35	0,00	0,09	1	0,63	1,07	0,36																									1,07	0,36								
Perrottetia gentryi									1	0,35	0,00	0,08	1	0,63	1,06	0,35																									1,06	0,35								
Vismia rusbyi	1	0,25	0,01	0,26	1	0,51	1,02	0,34																																	1,02	0,34								
Lessingianthus laurifolius									1	0,35	0,00	0,03	1	0,63	1,01	0,34																									1,01	0,34								
Piper sp. 3									1	0,35	0,00	0,03	1	0,63	1,01	0,34																									1,01	0,34								
Piper sp. 4																	1	0,29	0,00	0,04	1	0,65	0,98	0,33																	0,98	0,33								
Marcgraviaceae sp. 1																	1	0,29	0,00	0,03	1	0,65	0,97	0,32																	0,97	0,32								
Nectandra sp. 3																	1	0,29	0,00	0,03	1	0,65	0,96	0,32																	0,96	0,32								
Prunus stipulata																									1	0,21	0,00	0,10	1	0,63	0,94	0,31									0,94	0,31								
Marcgraviaceae sp. 2																									1	0,21	0,00	0,07	1	0,63	0,91	0,30									0,91	0,30								
Nectandra cisiflora																																																		

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

Anexo 10.

Distribución diamétrica (cm) de las especies, abundancia y área basal (m²) en 2 rangos altitudinales 1.700-1.900 (Fondos de Valle en 4 PTMs 0.4 ha=ST1) y 1.900-2.100 m (Laderas en 5 PTMs 0.5 ha=ST2) ANMI- Madidi Serranía Peñalito.

FAMILIAS ESPECIES	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	≥ a 40	ST 1	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	≥ a 40	ST 2	TOTAL
Acanthaceae															
<i>Aphelandra peruviana</i>	8(0.007)	1(0.007)			1(0.075)		10(0.089)								10(0.089)
Actinidaceae															
<i>Saurauia cf. spectabilis</i>		1(0.005)					1(0.005)								1(0.005)
Anacardiaceae															
<i>Tapirira guianensis</i>		2(0.01)				1(0.212)	3(0.222)	21(0.022)	6(0.022)	5(0.081)	1(0.04)		1(0.135)	34(0.3)	37(0.522)
Annonaceae															
<i>Guatteria sp. 1</i>		2(0.008)	3(0.055)				5(0.063)	2(0.002)	3(0.012)	4(0.062)				9(0.076)	14(0.138)
<i>Guatteria boliviana</i>										1(0.015)	1(0.038)	1(0.078)		3(0.131)	3(0.131)
<i>Guatteria lasiocalyx</i>	3(0.005)	12(0.059)	3(0.036)	2(0.079)		1(0.342)	21(0.52)	7(0.007)	12(0.052)	10(0.153)	1(0.04)			30(0.252)	51(0.772)
Aquifoliaceae															
<i>Ilex sp. 1</i>								13(0.013)	9(0.043)	13(0.227)	12(0.587)		3(0.53)	50(1.399)	50(1.399)
<i>Ilex sp. 2</i>	1(0.001)						1(0.001)								1(0.001)
<i>Ilex cf. aggregata</i>		1(0.004)					1(0.004)								1(0.004)
<i>Ilex goudotii</i>								7(0.008)	6(0.022)	3(0.055)	1(0.033)			17(0.118)	17(0.118)
Araliaceae															
<i>Dendropanax inequalipedunculatus</i>	15(0.02)	15(0.065)	14(0.161)	2(0.105)	1(0.083)		47(0.435)	9(0.011)	10(0.039)	6(0.081)				25(0.131)	72(0.566)
<i>Oreopanax cf. membranaceus</i>	2(0.003)	1(0.002)					3(0.005)								3(0.005)
<i>Oreopanax cf. trollii</i>	2(0.002)	2(0.005)	1(0.008)				5(0.015)	1(0.001)	4(0.02)	1(0.018)				6(0.039)	11(0.054)
<i>Schefflera cf. herzogii</i>								13(0.016)	6(0.015)					19(0.031)	19(0.031)
Areceaceae															
<i>Chamaedorea linearis</i>	4(0.003)						4(0.003)								4(0.003)
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	51(0.037)						51(0.037)								51(0.037)
<i>Dictyocaryum lamarckianum</i>	3(0.004)	7(0.023)	4(0.076)	2(0.086)			16(0.188)								16(0.188)
<i>Geonoma sp.</i>	1(0.001)						1(0.001)								1(0.001)
Asteraceae															
<i>Asteraceae sp. 1</i>								4(0.005)	1(0.003)					5(0.008)	5(0.008)
<i>Asteraceae sp. 2</i>								1(0.001)						1(0.001)	1(0.001)
<i>Asteraceae sp. 3</i>	3(0.003)	1(0.002)					4(0.005)								4(0.005)
<i>Critoniopsis boliviana</i>								4(0.005)	2(0.005)					6(0.01)	6(0.01)
<i>Lessingianthus laurifolius</i>								1(0.001)						1(0.001)	1(0.001)
<i>Mendezia sp.</i>	9(0.007)	3(0.007)					12(0.014)								12(0.014)
<i>Mikania sp.</i>	1(0.001)						1(0.001)	2(0.002)	3(0.007)					5(0.009)	6(0.01)
<i>Mutisia lanata</i>	2(0.002)	2(0.004)					4(0.006)								4(0.006)
<i>Vernonanthura patens</i>				1(0.045)			1(0.045)								1(0.045)
Boraginaceae															
<i>Cordia sp.</i>				1(0.033)			1(0.033)								1(0.033)
Brunelliaceae															
<i>Brunellia rhoides</i>										1(0.021)				1(0.021)	1(0.021)
Burseraceae															
<i>Protium sp.</i>	2(0.001)		1(0.009)	1(0.031)			4(0.042)								4(0.042)
<i>Protium glabrescens</i>	4(0.003)	1(0.007)					5(0.01)	2(0.003)	3(0.013)	2(0.025)				7(0.041)	12(0.051)
<i>Protium meridionale</i>	1(0.002)						1(0.002)								1(0.002)
Cecropiaceae															
<i>Cecropia tacuna</i>			1(0.011)	4(0.19)			5(0.201)		1(0.005)	1(0.01)		1(0.071)		3(0.086)	8(0.286)
Celastraceae															
<i>Perrottetia gentryi</i>		1(0.006)	7(0.122)	8(0.328)	1(0.119)	1(0.143)	18(0.718)		1(0.002)					1(0.002)	19(0.72)
Chloranthaceae															
<i>Hedyosmum angustifolium</i>		2(0.004)				1(0.17)	3(0.174)								3(0.174)
<i>Hedyosmum racemosum</i>	19(0.019)	26(0.112)	17(0.284)	7(0.31)	4(0.346)	1(0.139)	74(1.21)	41(0.038)	21(0.061)					62(0.1)	136(1.309)
Clethraceae															
<i>Clethra elongata</i>	5(0.006)	8(0.034)	4(0.064)	2(0.1)	1(0.103)		20(0.307)	6(0.007)	2(0.011)	7(0.12)	10(0.479)	1(0.075)		26(0.692)	46(1)

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

FAMILIAS	ESPECIES	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	≥ a 40	ST 1	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	≥ a 40	ST 2	TOTAL
	<i>Mollinedia</i> sp.		1(0.003)	2(0.041)				3(0.044)	2(0.002)	1(0.003)					3(0.004)	6(0.048)
	<i>Mollinedia caloneura</i>	4(0.006)	3(0.016)	4(0.056)			1(0.194)	12(0.271)								12(0.271)
	<i>Mollinedia cf. racemosa</i>	7(0.007)	14(0.049)	6(0.093)	2(0.083)	1(0.094)		30(0.325)			1(0.009)				1(0.009)	31(0.334)
	<i>Siparuna subinodora</i>	21(0.025)	12(0.033)					33(0.058)								33(0.058)
	<i>Siparuna tomentosa</i>								4(0.004)	2(0.005)					6(0.009)	6(0.009)
Moraceae																
	<i>Ficus</i> sp.							1(0.002)		1(0.002)					1(0.002)	1(0.002)
	<i>Ficus cf. subandina</i>	1(0.002)						1(0.002)								1(0.002)
	<i>Ficus cuatrecasana</i>		1(0.003)		2(0.082)	1(0.074)	1(0.198)	5(0.357)								5(0.357)
	<i>Ficus mathewsii</i>		1(0.004)	1(0.01)				2(0.014)		1(0.006)	1(0.014)	1(0.031)			3(0.052)	5(0.066)
	<i>Ficus maxima</i>		1(0.004)	2(0.032)	1(0.038)			4(0.074)								4(0.074)
	<i>Helicostylis tovarensis</i>	4(0.005)	10(0.036)	2(0.029)				16(0.07)	2(0.002)	8(0.035)	2(0.024)	1(0.037)			13(0.098)	29(0.168)
	<i>Perebea angustifolia</i>	1(0.001)		1(0.011)				2(0.012)								2(0.012)
Myrsinaceae																
	<i>Myrsine</i> sp.			1(0.017)				1(0.017)								1(0.017)
	<i>Myrsine coriacea</i>			2(0.052)	1(0.061)			3(0.113)	60(0.064)	21(0.068)	1(0.009)	1(0.06)			83(0.201)	86(0.314)
	<i>Stylogyne ambigua</i>	1(0.001)	1(0.002)					2(0.003)			1(0.008)				1(0.008)	3(0.012)
Myrtaceae																
	<i>Calyptanthes (AF 4543)</i>	1(0.002)	2(0.007)	1(0.012)	1(0.032)			5(0.053)								5(0.053)
	<i>Eugenia feijoi</i>	3(0.002)		3(0.051)				6(0.053)		1(0.003)					1(0.003)	7(0.056)
	<i>Eugenia florida DC.</i>				1(0.062)			1(0.062)								1(0.062)
	<i>Myrcia</i> sp. 1	2(0.003)			1(0.057)		1(0.267)	4(0.327)								4(0.327)
	<i>Myrcia</i> sp. 2		3(0.013)					3(0.013)	1(0.002)	1(0.002)					2(0.004)	5(0.017)
	<i>Myrcia</i> sp. 3	1(0.001)	2(0.006)	1(0.011)				4(0.018)								4(0.018)
	<i>Myrcia cf. fenestrata</i>		1(0.006)					1(0.006)								1(0.006)
	<i>Myrcia fallax</i>	4(0.005)	5(0.017)	2(0.046)	1(0.042)			12(0.11)								12(0.11)
	<i>Myrcia mollis</i>	5(0.004)	5(0.028)	5(0.065)	2(0.099)	1(0.071)		18(0.267)	16(0.019)	17(0.05)	8(0.098)				41(0.167)	59(0.434)
	<i>Myrcia paivae</i>	2(0.002)	3(0.015)	1(0.01)				6(0.027)								6(0.027)
	<i>Myrciaria</i> sp.								6(0.007)	5(0.023)	2(0.02)				13(0.05)	13(0.05)
	<i>Siphoneugena</i> sp.	4(0.004)	1(0.005)		1(0.032)			6(0.042)								6(0.042)
Piperaceae																
	<i>Piper</i> sp. 1	15(0.014)	3(0.016)					18(0.029)								18(0.029)
	<i>Piper</i> sp. 2	4(0.003)						4(0.003)								4(0.003)
	<i>Piper</i> sp. 3								1(0.001)						1(0.001)	1(0.001)
	<i>Piper</i> sp. 4								1(0.001)						1(0.001)	1(0.001)
	<i>Piper</i> sp. 5	1(0.001)						1(0.001)								1(0.001)
	<i>Piper cf. obliquum</i>	4(0.004)	2(0.005)					6(0.009)								6(0.009)
Poaceae																
	<i>Chusquea</i> sp. 1	242(0.159)						242(0.159)								242(0.159)
	<i>Chusquea</i> sp. 2	13(0.009)						13(0.009)	140(0.1)						140(0.1)	153(0.108)
Podocarpaceae																
	<i>Podocarpus ingensis</i>	1(0.001)	1(0.007)					2(0.009)	1(0.001)	3(0.017)	7(0.132)	3(0.116)		1(0.145)	15(0.41)	17(0.419)
	<i>Podocarpus oleifolius</i>		2(0.007)					2(0.007)								2(0.007)
	<i>Prumnopitys harmsiana</i>	1(0.001)						1(0.001)								1(0.001)
Proteaceae																
	<i>Euplassa</i> sp.									1(0.007)	2(0.04)				3(0.047)	3(0.047)
	<i>Panopsis pearcei</i>								3(0.004)						3(0.004)	3(0.004)
Rosaceae																
	<i>Prunus</i> sp. 1		2(0.008)					2(0.008)								2(0.008)
	<i>Prunus</i> sp. 2	2(0.002)		1(0.026)				3(0.028)								3(0.028)
	<i>Prunus integrifolia</i>		3(0.014)	3(0.042)				6(0.056)	2(0.002)	2(0.008)	1(0.014)				5(0.024)	11(0.08)
	<i>Prunus stipulata</i>									1(0.002)					1(0.002)	1(0.002)
Rubiaceae																
	<i>Alibertia isernii</i>								5(0.006)	1(0.003)					6(0.01)	6(0.01)
	<i>Chomelia cf. tenuiflora</i>	1(0)	1(0.004)					2(0.005)								2(0.005)
	<i>Elaeagia</i> sp. 1	3(0.003)	1(0.002)	1(0.022)				5(0.028)	2(0.002)						2(0.002)	7(0.03)

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

FAMILIAS ESPECIES	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	≥ a 40	ST 1	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 19.9	20 a 29.9	30 a 39.9	≥ a 40	ST 2	TOTAL
<i>Elaeagia sp. 2</i>	1(0.001)						1(0.001)								1(0.001)
<i>Elaeagia mariae</i>	9(0.011)	2(0.009)	3(0.069)	2(0.077)	2(0.199)		18(0.365)	1(0.001)	2(0.006)	1(0.011)				4(0.018)	22(0.383)
<i>Faramea sp. 1</i>	4(0.004)	2(0.008)					6(0.012)								6(0.012)
<i>Faramea sp. 2</i>	10(0.011)	6(0.027)	3(0.05)	1(0.031)			20(0.12)								20(0.12)
<i>Faramea bangii</i>	1(0.002)						1(0.002)								1(0.002)
<i>Faramea candelabrum</i>		2(0.005)	1(0.017)				3(0.022)	6(0.006)	1(0.002)					7(0.009)	10(0.031)
<i>Faramea multiflora</i>	1(0.001)						1(0.001)								1(0.001)
<i>Guettarda crispiflora</i>	1(0.002)		5(0.11)	4(0.209)	2(0.205)		12(0.526)								12(0.526)
<i>Ladenbergia carua</i>								3(0.004)	5(0.022)	1(0.01)	1(0.04)			10(0.076)	10(0.076)
<i>Palicourea flavifolia</i>	3(0.002)						3(0.002)								3(0.002)
<i>Posoqueria sp.</i>		1(0.004)	1(0.025)				2(0.029)								2(0.029)
<i>Psychotria sp. 1</i>	18(0.018)	8(0.02)	5(0.046)				31(0.084)								31(0.084)
<i>Psychotria sp. 2</i>	1(0.002)	1(0.003)					2(0.004)								2(0.004)
<i>Psychotria bangii</i>	4(0.004)						4(0.004)	123(0.116)	9(0.021)	1(0.008)				133(0.146)	137(0.149)
<i>Psychotria cf. carthagenensis</i>	1(0.002)						1(0.002)								1(0.002)
<i>Psychotria subg. Psychotria</i>	4(0.004)						4(0.004)								4(0.004)
<i>Psychotria tinctoria</i>	1(0.002)	1(0.004)					2(0.005)								2(0.005)
<i>Rudgea sp. 1</i>								9(0.01)	2(0.005)					11(0.016)	11(0.016)
<i>Rudgea sp. 2</i>	14(0.015)	6(0.017)					20(0.032)								20(0.032)
Sabiaceae															
<i>Meliosma sp. 1</i>	1(0.002)						1(0.002)								1(0.002)
<i>Meliosma sp. 2</i>								2(0.003)		1(0.01)				3(0.012)	3(0.012)
<i>Meliosma herbertii</i>					1(0.078)		1(0.078)	1(0.001)	3(0.015)	1(0.011)				5(0.027)	6(0.105)
Sapindaceae															
<i>Allophylus floribundus</i>	2(0.003)	5(0.022)	2(0.039)				9(0.064)								9(0.064)
<i>Paullinia sp.</i>	3(0.003)						3(0.003)								3(0.003)
<i>Sapindaceae sp.</i>	1(0.001)						1(0.001)	3(0.003)	2(0.005)	1(0.008)				6(0.017)	7(0.017)
<i>Talisia sp.</i>	2(0.003)	2(0.007)					4(0.009)								4(0.009)
Sapotaceae															
<i>Pouteria sp.</i>			1(0.014)				1(0.014)								1(0.014)
<i>Pouteria hispida</i>			1(0.013)				1(0.013)								1(0.013)
<i>Pouteria pubescens</i>								2(0.001)	2(0.006)	2(0.027)	1(0.066)			7(0.1)	7(0.1)
Solanaceae															
<i>Cestrum sp.</i>	1(0.001)						1(0.001)								1(0.001)
<i>Ciphomandra sp.</i>	1(0.001)						1(0.001)								1(0.001)
<i>Solanum sp.</i>	1(0.001)						1(0.001)								1(0.001)
<i>Solanum abutilifolium</i>		1(0.008)					1(0.008)	1(0.001)						1(0.001)	2(0.009)
Styracaceae															
<i>Styrax cf. pentlandianus</i>									1(0.003)					1(0.003)	1(0.003)
<i>Styrax nunezii</i>								3(0.003)	1(0.003)					4(0.006)	4(0.006)
Symplocaceae															
<i>Symplocos arechea</i>										1(0.016)				1(0.016)	1(0.016)
<i>Symplocos neei</i>								4(0.004)	2(0.009)					6(0.013)	6(0.013)
Theaceae															
<i>Gordonia fruticosa</i>	3(0.003)	3(0.009)	2(0.037)	2(0.081)		2(0.308)	12(0.438)	1(0)	1(0.006)	1(0.012)	1(0.054)		1(0.141)	5(0.214)	17(0.652)
<i>Termstroemia cf. congestiflora</i>										1(0.017)	1(0.035)			2(0.051)	2(0.051)
Vitaceae															
<i>Cissus trianae</i>	1(0.001)						1(0.001)								1(0.001)
Arbol															
Indeterminado		2(0.009)	1(0.008)	2(0.102)	2(0.232)		7(0.351)	2(0.001)		1(0.017)				3(0.018)	10(0.369)
Total general	695(0.628)	466(1.96)	300(4.524)	84(3.714)	26(2.515)	15(3.94)	1586(17.281)	1037(1.054)	595(2.261)	294(4.232)	63(2.786)	15(1.316)	8(2.013)	2012(13.663)	3598(30.944)

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

Anexo 11.

Distribución altimétrica (m) de las especies, abundancia y área basal (m²) en 2 rangos altitudinales 1.700-1.900 (Fondos de Valle en 4 PTMs 0.4 ha=ST1) y 1.900-2.100 m (Laderas en 5 PTMs 0.5 ha=ST2) ANMI- Madidi Serranía Peñalito.

FAMILIAS ESPECIES	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	≥ a 25	Liana	ST 1	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	≥ a 25	Liana	ST 2	TOTAL	
Acanthaceae																		
<i>Aphelandra peruviana</i>	8(0.081)	2(0.008)						10(0.089)									10(0.089)	
Actinidaceae																		
<i>Saurauia cf. spectabilis</i>		1(0.005)						1(0.005)									1(0.005)	
Anacardiaceae																		
<i>Tapirira guianensis</i>		1(0.002)	1(0.008)			1(0.212)		3(0.222)	10(0.01)	17(0.042)	3(0.04)	4(0.209)			34(0.3)		37(0.522)	
Annonaceae																		
<i>Guatteria sp. 1</i>	1(0.005)	2(0.029)	1(0.016)	1(0.013)				5(0.063)	3(0.008)	5(0.049)	1(0.019)					9(0.076)	14(0.138)	
<i>Guatteria boliviana</i>											3(0.131)					3(0.131)	3(0.131)	
<i>Guatteria lasiocalyx</i>		12(0.048)	5(0.067)	2(0.027)	1(0.037)	1(0.342)		21(0.52)	3(0.002)	16(0.07)	11(0.179)					30(0.252)	51(0.772)	
Aquifoliaceae																		
<i>Ilex sp. 1</i>									10(0.01)	20(0.223)	15(0.672)	3(0.103)	2(0.392)			50(1.399)	50(1.399)	
<i>Ilex sp. 2</i>		1(0.001)						1(0.001)									1(0.001)	
<i>Ilex cf. aggregata</i>		1(0.004)						1(0.004)									1(0.004)	
<i>Ilex goudotii</i>									2(0.002)	14(0.083)	1(0.033)					17(0.118)	17(0.118)	
Araliaceae																		
<i>Dendropanax inequalipedunculatus</i>	8(0.018)	26(0.115)	9(0.128)	2(0.022)		2(0.151)		47(0.435)	7(0.024)	16(0.072)	1(0.019)	1(0.015)				25(0.131)	72(0.566)	
<i>Oreopanax cf. membranaceus</i>	1(0.001)	2(0.003)						3(0.005)									3(0.005)	
<i>Oreopanax cf. tollii</i>	2(0.002)	2(0.005)		1(0.008)				5(0.015)		5(0.021)	1(0.018)					6(0.039)	11(0.054)	
<i>Schefflera cf. herzogii</i>									4(0.005)	15(0.026)						19(0.031)	19(0.031)	
Areceae																		
<i>Chamaedorea linearis</i>	4(0.003)							4(0.003)										4(0.003)
<i>Chamaedorea pinnatifrons</i>	47(0.032)	4(0.004)						51(0.037)										51(0.037)
<i>Dictyocaryum lamarkianum</i>	5(0.01)	8(0.064)	1(0.029)	2(0.086)				16(0.188)										16(0.188)
<i>Geonoma sp.</i>	1(0.001)							1(0.001)										1(0.001)
Asteraceae																		
<i>Asteraceae sp. 1</i>																5(0.008)	5(0.008)	5(0.008)
<i>Asteraceae sp. 2</i>																1(0.001)	1(0.001)	1(0.001)
<i>Asteraceae sp. 3</i>							4(0.005)	4(0.005)										4(0.005)
<i>Critoniopsis boliviana</i>												6(0.01)				6(0.01)	6(0.01)	6(0.01)
<i>Lessingianthus laurifolius</i>												1(0.001)				1(0.001)	1(0.001)	1(0.001)
<i>Mendezia sp.</i>							12(0.014)	12(0.014)										12(0.014)
<i>Mikania sp.</i>							1(0.001)	1(0.001)							5(0.009)	5(0.009)	5(0.009)	6(0.01)
<i>Mutisia lanata</i>							4(0.006)	4(0.006)										4(0.006)
<i>Vernonanthura patens</i>				1(0.045)				1(0.045)										1(0.045)
Boraginaceae																		
<i>Cordia sp.</i>				1(0.033)				1(0.033)										1(0.033)
Brunelliaceae																		
<i>Brunellia rhoides</i>											1(0.021)					1(0.021)	1(0.021)	
Burseraceae																		
<i>Protium sp.</i>		2(0.001)	1(0.009)			1(0.031)		4(0.042)										4(0.042)
<i>Protium glabrescens</i>	2(0.001)	2(0.002)	1(0.007)					5(0.01)	2(0.006)	4(0.025)	1(0.01)					7(0.041)	12(0.051)	
<i>Protium meridionale</i>		1(0.002)						1(0.002)										1(0.002)
Crotonaceae																		
<i>Cecropia tacuna</i>			2(0.062)	1(0.039)	2(0.1)			5(0.201)		1(0.005)	1(0.01)		1(0.071)			3(0.086)	8(0.286)	
Celastraceae																		
<i>Perrottetia gentryi</i>		1(0.006)	11(0.39)	2(0.074)	3(0.214)	1(0.034)		18(0.718)	1(0.002)							1(0.002)	19(0.72)	
Chloranthaceae																		
<i>Hedyosmum angustifolium</i>	1(0.002)	1(0.002)		1(0.17)				3(0.174)										3(0.174)
<i>Hedyosmum racemosum</i>	22(0.041)	31(0.19)	9(0.402)	7(0.22)	3(0.219)	2(0.139)		74(1.21)	49(0.072)	13(0.027)						62(0.1)	136(1.309)	
Clethraceae																		
<i>Clethra elongata</i>	3(0.006)	9(0.029)	6(0.129)		1(0.04)	1(0.103)		20(0.307)	2(0.002)	8(0.052)	3(0.116)	7(0.24)	3(0.131)	3(0.152)		26(0.692)	46(1)	
<i>Clethra revoluta</i>		1(0.002)	1(0.007)	2(0.045)				4(0.054)			1(0.009)					1(0.009)	5(0.063)	
Clusiaceae																		
<i>Chrysochlamys sp.</i>			1(0.009)					1(0.009)										1(0.009)
<i>Clusia sp. 1</i>									16(0.03)	15(0.032)						31(0.061)	31(0.061)	
<i>Clusia sp. 2</i>							1(0.003)	1(0.003)										1(0.003)
<i>Clusia sp. 3</i>		1(0.002)						1(0.002)										1(0.002)
<i>Clusia sp. 4</i>									12(0.03)	19(0.116)	4(0.056)	1(0.041)				36(0.242)	36(0.242)	
<i>Clusia multiflora</i>									5(0.011)	5(0.022)	6(0.186)	1(0.077)	1(0.034)			18(0.329)	18(0.329)	
<i>Vismia rusbyi</i>			1(0.053)		2(0.054)	9(1.076)		12(1.183)		1(0.007)						1(0.007)	13(1.19)	

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

FAMILIAS ESPECIES	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	≥ a 25	Liana	ST 1	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	≥ a 25	Liana	ST 2	TOTAL
Cunoniaceae																	
<i>Weinmannia crassifolia</i>									8(0.019)	5(0.02)						13(0.039)	13(0.039)
<i>Weinmannia ovata</i>										3(0.032)						3(0.032)	3(0.032)
<i>Weinmannia pinnata</i>	1(0.002)	4(0.009)	5(0.043)	1(0.025)				11(0.078)	2(0.002)	3(0.1)						5(0.102)	16(0.181)
Cyatheaceae																	
<i>Alsophila erinacea</i>	93(0.511)	102(1.052)	15(0.248)					210(1.812)	8(0.058)	50(0.717)	2(0.033)					60(0.808)	270(2.62)
<i>Cyathea caracasana</i>	1(0.005)							1(0.005)									1(0.005)
<i>Cyathea conjugata</i>		2(0.014)						2(0.014)									2(0.014)
<i>Cyathea multiflora</i>	3(0.022)	11(0.115)	1(0.025)					15(0.162)									15(0.162)
Elaeocarpaceae																	
<i>Sloanea sp.</i>	3(0.013)	2(0.1)						5(0.113)		2(0.006)						2(0.006)	7(0.118)
Ericaceae																	
<i>Cavendishia bracteata</i>									30(0.034)	20(0.029)						50(0.063)	50(0.063)
Euphorbiaceae																	
<i>Alchornea sp. 1</i>		1(0.001)						1(0.001)									1(0.001)
<i>Alchornea sp. 2</i>		1(0.002)	2(0.01)					3(0.011)			1(0.013)					1(0.013)	4(0.024)
<i>Alchornea acroneura</i>									64(0.129)	173(0.726)	34(0.399)	6(0.245)				277(1.499)	277(1.499)
<i>Alchornea cf. anamariae</i>		1(0.004)						1(0.004)									1(0.004)
<i>Alchornea cf. brittonii</i>		1(0.004)	1(0.002)					2(0.006)									2(0.006)
<i>Alchornea cf. latifolia</i>	1(0.001)							1(0.001)									1(0.001)
<i>Alchornea glandulosa</i>	8(0.008)	14(0.097)	8(0.212)	2(0.049)		1(0.114)		33(0.481)	7(0.012)	16(0.06)	3(0.04)	1(0.038)				27(0.149)	60(0.63)
<i>Alchornea triplinervia var. boliviana</i>											1(0.01)					1(0.01)	1(0.01)
<i>Croton sp.</i>		1(0.007)						1(0.007)									1(0.007)
<i>Croton cf. lechleri</i>	1(0.003)							1(0.003)									1(0.003)
<i>Hieronyma cf. oblonga</i>										1(0.003)						1(0.003)	1(0.003)
<i>Hieronyma moritziana</i>		1(0.002)						1(0.002)	2(0.005)	4(0.091)	4(0.133)					10(0.229)	11(0.231)
<i>Richeria grandis</i>		1(0.013)	1(0.007)					2(0.02)	1(0.001)	6(0.026)	5(0.151)	1(0.048)		1(0.163)		14(0.388)	16(0.408)
<i>Tetrorchidium andinum</i>			1(0.023)	1(0.055)				2(0.078)									2(0.078)
Fabaceae																	
<i>Dalbergia frutescens var. Tomentosa</i>							1(0.004)	1(0.004)							1(0.004)	1(0.004)	2(0.008)
<i>Inga sp. 1</i>	1(0.002)	2(0.044)	1(0.054)	1(0.029)				5(0.128)	2(0.004)	4(0.028)	3(0.042)	1(0.008)				10(0.082)	15(0.21)
<i>Inga sp. 2</i>	1(0.001)	4(0.018)	1(0.028)					6(0.048)									6(0.048)
<i>Inga striata</i>					1(0.028)			1(0.028)									1(0.028)
Flacourtiaceae																	
<i>Casearia cf. nigricolor</i>					1(0.017)			1(0.017)									1(0.017)
Hippocrateaceae																	
<i>Salacia spectabilis</i>							5(0.008)	5(0.008)									5(0.008)
Icacinaceae																	
<i>Leredia cordata</i>															2(0.001)	2(0.001)	2(0.001)
Lauraceae																	
<i>Aniba muca</i>	3(0.003)	6(0.012)	2(0.017)					11(0.032)	7(0.007)	8(0.022)	4(0.093)	3(0.174)	1(0.096)			23(0.392)	34(0.424)
<i>Beilschmiedia cf. latifolia</i>			1(0.011)	1(0.023)				2(0.034)	6(0.01)	6(0.042)	9(0.192)	1(0.102)				22(0.346)	24(0.38)
<i>Beilschmiedia tovaensis</i>		1(0.002)	2(0.03)	2(0.069)	2(0.056)			7(0.157)	2(0.003)	1(0.009)		1(0.016)				4(0.028)	11(0.185)
<i>Cinnamomum triplinerve</i>	1(0.001)		2(0.025)	1(0.018)				4(0.044)									4(0.044)
<i>Endlicheria dysodantha</i>	1(0.001)							1(0.001)									1(0.001)
<i>Endlicheria paniculata</i>	1(0.001)		1(0.004)					2(0.005)									2(0.005)
<i>Endlicheria szyszowiczii</i>		1(0.004)						1(0.004)									1(0.004)
<i>Nectandra sp. 1</i>					1(0.118)			1(0.118)									1(0.118)
<i>Nectandra sp. 2</i>									2(0.003)	3(0.011)						3(0.011)	4(0.129)
<i>Nectandra sp. 3</i>									1(0.003)	1(0.03)						3(0.033)	3(0.033)
<i>Nectandra sp. 4</i>									1(0.001)							1(0.001)	1(0.001)
<i>Nectandra sp. 5</i>		1(0.002)						1(0.002)									1(0.002)
<i>Nectandra cf. membranacea</i>		3(0.007)	1(0.03)	1(0.044)	1(0.059)			6(0.14)		3(0.005)						3(0.005)	3(0.005)
<i>Nectandra cissiflora</i>	2(0.001)	6(0.013)	2(0.013)	3(0.056)	1(0.022)	1(0.023)		15(0.128)	9(0.012)	34(0.262)	9(0.396)	2(0.078)				54(0.748)	60(0.888)
<i>Nectandra cuspidata</i>								1(0.001)	1(0.001)							1(0.001)	16(0.129)
<i>Nectandra laurel</i>			4(0.073)					10(0.015)	10(0.015)	10(0.048)	12(0.992)	1(0.019)				33(1.074)	33(1.074)
<i>Ocotea sp.</i>				1(0.024)				4(0.073)	5(0.016)	16(0.055)	9(0.157)					30(0.229)	34(0.302)
<i>Ocotea aciphylla</i>								1(0.024)									1(0.024)
<i>Ocotea albida</i>	1(0.001)	3(0.009)	2(0.038)		2(0.068)			1(0.001)	1(0.001)							1(0.001)	1(0.001)
<i>Ocotea cf. cernua</i>		1(0.001)						1(0.001)	2(0.002)	3(0.012)		1(0.108)				6(0.121)	14(0.237)
<i>Persea subcordata</i>								1(0.001)	1(0.001)	3(0.014)	1(0.018)					5(0.033)	5(0.033)
<i>Rhodostemonodaphne kunthiana</i>			1(0.017)	1(0.027)				2(0.044)									2(0.044)
Loranthaceae																	
<i>Antidaphne cf. andina</i>										1(0.032)						1(0.032)	1(0.032)

Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden - Universidad Mayor de San Andres - Freddy Canqui Magne

FAMILIAS	ESPECIES	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	≥ a 25	Liana	ST 1	≤ a 4.9	5 a 9.9	10 a 14.9	15 a 19.9	20 a 24.9	≥ a 25	Liana	ST 2	TOTAL
	<i>Cestrum</i> sp.		1(0.001)						1(0.001)									1(0.001)
	<i>Ciphomandra</i> sp.	1(0.001)							1(0.001)									1(0.001)
	<i>Solanum</i> sp.							1(0.001)	1(0.001)									1(0.001)
	<i>Solanum abutilifolium</i>		1(0.008)						1(0.008)		1(0.001)						1(0.001)	2(0.009)
Styracaceae																		
	<i>Styrax</i> cf. <i>pentlandianus</i>										1(0.003)						1(0.003)	1(0.003)
	<i>Styrax nunezii</i>									2(0.002)	1(0.002)	1(0.003)					4(0.006)	4(0.006)
Symplocaceae																		
	<i>Symplocos arechea</i>										1(0.016)						1(0.016)	1(0.016)
	<i>Symplocos neei</i>									4(0.004)	2(0.009)						6(0.013)	6(0.013)
Theaceae																		
	<i>Gordonia fruticosa</i>	4(0.006)	3(0.019)	1(0.024)	1(0.035)		3(0.355)		12(0.438)		2(0.006)	1(0.012)	2(0.195)				5(0.214)	17(0.652)
	<i>Ternstroemia</i> cf. <i>congestiflora</i>											1(0.017)	1(0.035)				2(0.051)	2(0.051)
Vitaceae																		
	<i>Cissus trianae</i>							1(0.001)	1(0.001)									1(0.001)
Arbol	Indeterminados		2(0.009)		2(0.128)	1(0.059)	2(0.155)		7(0.351)		1(0.017)					2(0.001)	3(0.018)	10(0.369)
Total general		414(1.026)	611(2.92)	378(4.729)	73(2.413)	43(3.044)	32(3.1)	35(0.048)	1586(17.281)	662(1.033)	1054(4.628)	206(4.8)	45(2.051)	8(0.724)	5(0.374)	32(0.052)	2012(13.663)	3598(30.944)

FAMILIAS	ESPECIES	Nombre(s) comun(es)	V	L	T	ALI	MED	ART	MAD	OTR	Fuente-Pais
	<i>Cavendishia bracteata</i> (Ruiz & Pav. ex J. St.-Hil.) Hoerold			50	50			3			K-B
Euphorbiaceae											
	<i>Croton</i> sp.	Sangre de grado	1		1		10, 11		2	5 *	K-B, B-B, B-P*
	<i>Croton</i> cf. <i>lechleri</i> Müll. Arg.		1		1		10, 11		2	5 *	K-B, B-B, B-P*
	<i>Hieronyma</i> cf. <i>oblonga</i> (Tul.) Müll. Arg.			1	1				2		G-B
Fabaceae											
	<i>Inga</i> sp. 1	Pacay	5	10	15	1 ?			4 ?	1, 3	G-B
	<i>Inga</i> sp. 2	Yuraj pacay	6		6	1 ?			4 ?	1, 3	G-B
	<i>Inga striata</i> Benth.	Pacay	1		1	1 ?			4 ?	1, 3	G-B
Hippocrateaceae											
	<i>Salacia spectabilis</i> A.C. Sm.		5		5		1				K-B
Lauraceae											
	<i>Aniba muca</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Canelonsillo	11	23	34	3 *	3				B, R-C*
	<i>Beilschmiedia</i> cf. <i>latifolia</i> (Nees) Sa. Nishida	Laurel palta	2	22	24				2		B
	<i>Beilschmiedia tovarensis</i> (Meisn.) Sa. Nishida	Laurel negro	7	4	11				2		B
	<i>Cinnamomum triplinerve</i> (Ruiz & Pav.) Kosterm.	Laurel blanco, yuraj saumo	4		4				2		B
	<i>Endlicheria dysodantha</i> (Ruiz & Pav.) Mez	Asna laurel	1		1				2		B
	<i>Nectandra</i> sp. 1	laurel	1	3	4				1		K-B, B-B
	<i>Nectandra</i> sp. 2	laurel		3	3				1		K-B, B-B
	<i>Nectandra</i> sp. 3	laurel		1	1				1		K-B, B-B
	<i>Nectandra</i> sp. 4	laurel	1		1				1		K-B, B-B
	<i>Nectandra</i> sp. 5	Laurel palta, laurel		3	3				1		K-B, B-B
	<i>Nectandra</i> cf. <i>membranacea</i> (Sw.) Griseb.	Laurel amarillo, laurel	6	54	60				1		K-B, B-B
	<i>Nectandra cissiflora</i> Nees vel sp. aff.	Laurel thilihua, laurel	15	1	16				1		K-B, B-B
	<i>Nectandra cuspidata</i> Nees & Mart.	Laurel eucalpto, laurel		33	33				1		K-B, B-B
	<i>Nectandra laurel</i> Klotzsch ex Nees	Palta saumo, laurel	4	30	34				1		K-B, B-B
	<i>Ocotea</i> sp.	laurel	1		1				1, 2	6 *	K-B, B-B, C-P*
	<i>Ocotea aciphylla</i> (Nees) Mez	laurel		1	1				1, 2	6 *	K-B, B-B, C-P*
	<i>Ocotea albida</i> Mez & Rusby	Laurel amarillo, laurel	8	6	14				1, 2	6 *	K-B, B-B, C-P*
	<i>Ocotea</i> cf. <i>cernua</i> (Nees) Mez	laurel	1		1				1, 2	6 *	K-B, B-B, C-P*
	<i>Rhodostemonodaphne kunthiana</i> (Nees) Rohwer	laurel blanco	2		2				1		K-B
Melastomataceae											
	<i>Miconia</i> sp. 1		1		1	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 2	Ñutu calvario	4		4	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 3	Jatun calvario	34	3	37	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 4			1	1	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 5			55	55	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 6	Yuraj calvario, yuraj pascua	31	64	95	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 7	Calvario, nutu calvario	21		21	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 8	Calvario, nutu calvario	25	2	27	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 9	Quipu calvario, quipu calvario	3	2	5	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 10	Yuraj calvario		2	2	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 11	Yuraj calvario, ñutu calvario	18	8	26	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*

FAMILIAS	ESPECIES	Nombre(s) comun(es)	V	L	T	ALI	MED	ART	MAD	OTR	Fuente-Pais
	<i>Miconia</i> sp. 12		2		2	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 13	Calvario peludo	10	2	12	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia</i> sp. 14	Jatun calvario, Phorom pascua	9	1	10	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia brittonii</i> Cogn.	Ñutu calvario, yuraj calvario	1	114	115	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia cf. aequatorialis</i> Wurdack.	Yuraj calvario	1	2	3	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia cf. ampla</i> Triana	Calvario	4	16	20	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
	<i>Miconia hygrophila</i> Naudin .	Puca calvario		39	39	1 ?	1 ?		4	6 *	G-B, C-P*
Meliaceae											
	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	trompillo colorado, guapi	13		13				1		K-B
	<i>Ruagea glabra</i> Triana & Planch.			23	23				1		K-B
	<i>Ruagea ovalis</i> (Rusby) Harms			8	8				1		K-B
	<i>Trichilia</i> sp.		3		3				1		K-B
	<i>Trichilia tomentosa</i> Kunth	Jatun chepereque	6		6				1		K-B
Monimiaceae											
	<i>Mollinedia</i> sp.		3	3	6		1 ?		4		G-B
	<i>Mollinedia caloneura</i> Perkins		12		12		1 ?		4		G-B
	<i>Mollinedia cf. racemosa</i> (Schltdl.) Tul.		30	1	31		1 ?		4		G-B
Moraceae											
	<i>Ficus</i> sp.			1	1				1	4*	B-B, B-P*
	<i>Ficus cf. subandina</i> Dugand	Bibosi, matapalo, oje, higueron	1		1				1	4*	B-B, B-P*
	<i>Ficus cuatrecasana</i> Dugand	Bibosi, matapalo, oje, higueron	5		5				1	4*	B-B, B-P*
	<i>Ficus mathewsii</i> (Miq.) Miq.	Leche caspi, matapalo, bibosi, oje, higueron	2	3	5				1	4*	B-B, B-P*
	<i>Ficus maxima</i> Mill.	Bibosi, matapalo, oje, higueron	4		4				1	4*	B-B, B-P*
Myrsinaceae											
	<i>Myrsine</i> sp.		1		1			3			K-B
	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	Arata, ñutu arata, limachu	3	83	86			3			G-B
Myrtaceae											
	<i>Eugenia feijoi</i> O. Berg	Pichana	6	1	7					1	B-P
	<i>Eugenia florida</i> DC. DC.		1		1					1	B-P
	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	Jatun pichana	12		12					7	B-P
Piperaceae											
	<i>Piper cf. obliquum</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Matico macho, moco moco	6		6		1				B
Poaceae											
	<i>Chusquea</i> sp. 1	Flauta chuqui	242		242					2	B-P
	<i>Chusquea</i> sp. 2	Curcura	13	140	153					2	B-P
Podocarpaceae											
	<i>Podocarpus ingensis</i> de Laub.	Pino hoja cilica, tarco, pino de monte	2	15	17		4 ?		1		K-B, G-B
	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb.		2		2		4 ?		1	1*, 6**	G-B, B-P*, C-P**
	<i>Prumnopitys harmsiana</i> (Pilg.) de Laub.	Pino blanco, romerillo hembra	1		1			3*	1*		G-B, B-P*
Rubiaceae											
	<i>Faramea multiflora</i> A. Rich. ex DC.	Pichana	1		1		8				K-B
	<i>Ladenbergia carua</i> (Wedd.) Standl.	Quina, cascarilla de mula, carua		10	10		3*, 9				K-B*, G-B

FAMILIAS	ESPECIES	Nombre(s) comun(es)	V	L	T	ALI	MED	ART	MAD	OTR	Fuente-Pais
	<i>Psychotria sp. 1</i>		31		31		7				K-B
	<i>Psychotria sp. 2</i>		2		2		7				K-B
	<i>Psychotria bangii</i> Rusby	Manzana?	4	133	137		7				K-B
	<i>Psychotria cf. carthagenensis</i> Jacq.		1		1		7				K-B
	<i>Psychotria subg. Psychotria sp.</i>		4		4		7				K-B
	<i>Psychotria tinctoria</i> Ruiz & Pav.		2		2		7				K-B
Sabiaceae											
	<i>Meliosma sp. 1</i>	Cresta de gallo	1		1			3			K-B
	<i>Meliosma sp. 2</i>			3	3			3			K-B
	<i>Meliosma herbertii</i> Rolfe		1	5	6			3			K-B
Sapindaceae											
	<i>Paullinia sp.</i>	Barbasco	3		3		6				K-B
	<i>Talisia sp.</i>		4		4	1					K-B
Sapotaceae											
	<i>Pouteria sp.</i>		1		1				1		K-B
	<i>Pouteria hispida</i> Eyma	lucuma	1		1	1			1		K-B
	<i>Pouteria pubescens</i> (Aubrév. & Pellegr.) T.D. Penn.			7	7				1		K-B
Solanaceae											
	<i>Ciphomandra sp.</i>	Taja tomate	1		1	1 ?					B
	<i>Solanum sp.</i>		1		1		1, 10				K-B
	<i>Solanum abutilifolium</i> Rusby		1	1	2		1, 10				K-B
Symplocaceae											
	<i>Symplocos arechea</i> L'Hér.			1	1			4, 5			K-B
	<i>Symplocos neei</i> B. Ståhl.			6	6			4, 5			K-B
TOTAL			1586	2012	3598	14 *	18 *	3 *	29 *	18 *	

Donde: Alimentación (Frutal=1, Aceite=2, Frugivoria=3), Medicinal (Medicinal=1, Hojas=2, Corteza=3, Recina=4, Saumerio=5, Estimulante=6, Antiamebiasis=7, Antimalárico=8, Fiebre=9, Cicatrisante=10 Venenosas=11, Ceremonial=12), Artesanal (Colorante=1, Curtiembre=2, Ornamental=3, Taninos=4, Glucósidos=5), Madera (Buena calidad=1, Construcción=2, Postes=3, Leña=4) y Otros (Agroforestal=1, Silvopastoril=2, Mielífera=3, Protección de riberas=4, Sombra=5, Hospedero de orquideas=6, Suelos pobres=7, Ecológico=8, Resina inflamable=9).

Fuente: Presente estudio=B; Killeen et al (1993), Bolivia=K-B; Beck et al (2002) Plan Manejo Madidi=B-B; García et al (2004)=G-B; Pañiagua (2005), Bolivia=P-B; Brack (1993), Perú=B-P; Calatayud (2005), Perú=C-P; Aguirre et al (2003), Ecuador=A-E; Botina (1998), Colombia=B-C y Rios et al (2005), Colombia=R-C.