



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
FORESTALES y VETERINARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES



COMPOSICION FLORÍSTICA Y SU ESTRUCTURA EN UN
BOSQUE HÚMEDO MONTANO AL SUROESTE DEL
PARQUE NACIONAL MADIDI

TRABAJO DIRIGIDO PARA
OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL

LIVIA MARCELA QUIÑONES GUZMÁN

COCHABAMBA – BOLIVIA

2012



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS
FORESTALES y VETERINARIAS
ESCUELA DE CIENCIAS FORESTALES



COMPOSICION FLORÍSTICA Y SU ESTRUCTURA EN
UN BOSQUE HÚMEDO MONTANO AL SUROESTE DEL
PARQUE NACIONAL MADIDI



La práctica nos enseña

TRABAJO DIRIGIDO PARA
OBTENER
EL TITULO DE INGENIERO FORESTAL

Responsable:

Livia Marcela Quiñones Guzmán

Tutor:

Lic. Manuel Ojeda C.

Asesores:

Lic. Maritza Cornejo M.

Ing. Ruth Lopez C.



COCHABAMBA – BOLIVIA

2012

HOJA DE APROBACIÓN
TRABAJO DIRIGIDO APROBADO POR EL SIGUIENTE TRIBUNAL

.....
Ing. M. Sc. Fimo Alemán Daza
TRIBUNAL

.....
Ing. M. Sc. Ariel I. Ayma Romay.
TRIBUNAL

.....
Ing. Carla Sandoval Sierra
TRIBUNAL

.....
Ing. M. Sc. Jannette Maldonado Murguía
DIRECTOR ESFOR

.....
Ing. Juan Villarroel Soliz
DECANO (FCAPFyV)

RESUMEN

La presente investigación pretende contribuir con datos sobre la composición florística y su estructura en un bosque húmedo montano en la región noroeste del Parque Nacional Madidi, como un primer paso en el diseño y aplicación de estrategias de conservación y manejo del bosque montano ante la apresurada industrialización y explotación de los recursos naturales

Se instalaron nueve parcelas temporales de muestreo (PTM) de 0,1 Ha cada una. En ella se evaluaron la composición y estructura de los individuos florísticos con DAP \geq 2,5 cm. Fueron registrados 2.402 individuos de los cuales se identificaron 185 especies distribuidas en 56 familias con un área basal de 25,92 m²/0,9 Ha.

Entre las familias con el IVIF (Índice de Valor de Importancia según Familia) más alto se encuentran Melastomataceae con 22 especies; Rubiaceae (13 especies), Lauraceae (18 especies), Cunoniaceae (5 especies) y Clusiaceae (4 especies). La especie ecológicamente más importante fue *Hedyosmum angustifolium* con un IVI de 3,75%. La mayoría de las especies encontradas concuerdan con lo descrito por algunos autores para la formación boscosa húmeda montana yungueña, con la presencia de algunas especies transitorias de bosque montano bajo y de ceja de monte.

Se midió la similitud/disimilitud de la diversidad, mediante el índice de Sorensen cualitativo que indicó alta diversidad con un valor mínimo de 4,95% y máximo de 21,3% de similitud entre las parcelas.

La estructura tanto horizontal como vertical presentó una distribución en forma de “J” invertida, patrón que obedece a bosques primarios por lo tanto diversos con árboles de todas las edades.

ABSTRACT

This research aims to contribute data on the floristic composition and structure in a montane rain forest in the northwest of the Madidi National Park, as a first step in the design and implementation of conservation strategies and management of montane forest front to the hasty industrialization and exploitation of natural resources

Were installed nine temporary plots sampling (PTM, for its acronym in Spanish) of 0.1 Ha. each. It assessed the composition and structure of floristic individuals with DAP \geq 2.5 cm (DAP = diameter at breast height). 2402 individuals were registered of which 185 species were identified, distributed in 56 families. With a basal area of 25.92 m²/0.9ha

Among families with IVIF (Importance Value Index as Family) are highest with 22 species Melastomataceae, Rubiaceae (13 species), Lauraceae (18 species), Cunoniaceae (5 species) and Clusiaceae (4 species). The most ecologically important species was *Hedyosmum angustifolium* with IVI of 3.75%. Most of the species found are consistent with that described by some authors to the Yungas montane wet forest formation in the presence of transient species lower montane forest and mountain brow.

We measured the similarity/dissimilarity of diversity, through qualitative Sorensen index indicated high diversity with a minimum value of 4.95% and a maximum of 21.3% similarity between the plots.

The horizontal and vertical structure presented a distribution in the form of "J"-shaped, pattern that obeys there primary forests with trees of all different ages.

I. INTRODUCCION

Los bosques montanos húmedos se distribuyen en Sud América a lo largo de la Cordillera de Los Andes (Kessler & Beck, 2001), hay estudios que demuestran que estos ecosistemas son tan o más diversos que el Amazonas, concluyendo que albergan más especies de plantas (Kennett & Valencia, 1992). También contribuyen de gran manera en la regulación del régimen hídrico regional, desempeñan una gran labor ante el peligro de desertificación por la frecuente presencia de capas gruesas de desechos orgánicos, son indicadores sensibles ante los cambios climáticos globales sobre las especies, ecosistemas y sistemas hídricos (Thorsell & Paine, 1997; Stadtmuller, 1997; Kappelle & Brown, 2001; Serrano, 2004) por tanto, los bosques montanos son de vital importancia en el equilibrio de la tierra.

En Bolivia estos bosques cubren un área de aproximadamente 150.000 Km² (Kessler & Beck, 2001), empiezan en las primeras estribaciones de Los Andes y alcanzan elevaciones hasta los 4.200 m (Navarro 2002). En ellos se encuentra cerca de la mitad de las especies de flora y fauna de Bolivia, incluyendo la mayoría de las especies endémicas, por lo que cuenta con un gran potencial biótico-genético (Kessler & Beck, 2001). Sin embargo, aún pocos son los estudios ecológicos sobre estos ecosistemas, destacando la falta de trabajos sobre suelos, interacciones bióticas, funcionamiento de ecosistemas y desarrollo de sistemas de uso de tierra sostenibles (Kessler & Beck, 2001).

El Parque Nacional y Área de Manejo Integrado Madidi (desde ahora PN-ANMI Madidi) con una superficie aproximada de 1.880.996 ha. (Pauquet, 2005), se ha constituido en una de las áreas protegidas más importantes de Bolivia, debido principalmente a su elevada diversidad de especies y ecosistemas. En esta área se puede encontrar desde bosques montanos húmedos hasta valles secos interandinos, incluyendo sabanas montanas y vegetación altoandina (Fuentes, 2005).

En la actualidad el PN-ANMI Madidi está siendo amenazado por la construcción de caminos, sobre todo la apertura del camino entre Apolo e Ixiamas, lo que implica el establecimiento de

una barrera al corredor Vilcabamba-Amboró (Anexo 1) y la consecuente facilitación a la colonización y al acceso a recursos naturales en áreas que aún conservan sus bosques primarios y como amenazas subsecuentes a estas aperturas de caminos se detecta al avance de la frontera agropecuaria, la tala ilegal de madera, la caza y la pesca furtiva y el turismo desordenado (Pauquet, 2005).

Preguntas referidas a cómo son los bosques, que especies existen, son cada vez más urgentes de responder, ante la apresurada industrialización abusiva, simplificadora y utilitaria de los recursos naturales especialmente del bosque. Por lo que, se ha planteado analizar grupos indicadores y extraer conclusiones para el conjunto de la biodiversidad de la región o para el grupo de organismos (Halffter, 2000) a partir de la asociación de bases de datos geoposicionados, computarizados y en línea (un ejemplo es el proyecto Trópicos® que pone a disposición de la comunidad científica la base de datos electrónica de cuatro millones de registros de especímenes incluidos los del presente estudio (Tropicos.org, 2012).

En este sentido, con la presente investigación se quiere contribuir con datos básicos sobre composición florística y estructura de bosques montanos húmedos de la región suroeste del PN Madidi. Esta información referida principalmente a conocer qué tipo de bosque es, cuáles y cuántas especies encontramos, cuántos individuos hay de cada especie, cuales son los patrones y tendencias de las estructura de la flora de la comunidad es la base que se requiere para posteriormente plantear estudios sobre el origen, la ecología y dinámica de estos bosques, para poder aplicar estrategias de conservación y manejo del bosque mediante modelos predictivos (Halffter, 2000; Navarro, 2002 y Fuentes, 2005).

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Describir los componentes florísticos y estructura de un bosque húmedo montano al suroeste del Parque Nacional Madidi.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Evaluar los índices de valor de importancia ecológica de las familias y especies de un bosque montano húmedo.
- Detectar la similitud/disimilitud entre los sitios estudiados.
- Analizar el patrón de la estructura de este bosque en particular.

II. MARCO TEORICO

Los bosques desde el punto de vista ecológico, son una compleja asociación vegetal compuesta por más de una especie, dominada por árboles y arbustos de cualquier tamaño, de crecimiento espontáneo, que proceden de regeneración natural, desarrollada sin influencia del hombre (bosque primario), albergando además otras formas de vida como lianas, epifitas y la fauna silvestre (Marcano, 2008).

2.1. Los bosques montanos o bosques de montaña; poseen temperaturas moderadas y generalmente están sujetos a niebla y nubes. Los suelos pueden variar enormemente en distancias cortas debido a cambios en elevación, relieve, material parental, temperatura y humedad (Wadsworth, 1997). Estas montañas han sido conformadas tanto por factores locales climáticos y edáficos como por incidentes importantes del pasado que afectaron su geología y su clima, por ejemplo, las glaciaciones del pleistoceno (Chavarri-Polini, 1998).

En referencia a la temperatura se determina que a lo largo de los gradientes altitudinales se tiene una disminución de la temperatura media del aire y del suelo, como una consecuencia de la disminución de la presión atmosférica y de la densidad del aire. En algunos lugares se tiene una disminución de 6 °C por cada 1.000 m. de altitud, pero esto no parece ser regla general (EIA, 2001).

En cuanto a la precipitación, en las montañas húmedas colombianas (por ejemplo), la precipitación se incrementa desde la base hasta una determinada altitud (óptimo pluviométrico) y luego disminuye. En algunos casos puede presentarse un segundo pico de precipitaciones en la parte alta de la montaña. Estos óptimos pluviométricos corresponden a los cinturones de nubes observados en las montañas. Estos puntos pueden variar de acuerdo a la cordillera. Se presentan bajas condiciones de luz debido a la bruma y la neblina (EIA, 2001).

En relación al ciclo del agua, es importante puesto que se recibe agua por la neblina, la precipitación, el rocío y el granizo. La neblina es interceptada por la vegetación y finalmente cae al suelo. El suelo del bosque permite un rápido drenaje interno, incluso en casos de fuertes lluvias, hasta el punto de que menos de un 1% de la precipitación se desliza sobre la superficie, lo que contrasta con áreas taladas, donde es alto el porcentaje del agua que corre superficialmente. Este flujo subterráneo es el que alimenta ríos y quebradas (EIA, 2001).

A nivel fisionómico en los bosques montanos a medida que se incrementa la altura sobre el nivel del mar, la fisionomía de la vegetación presenta cambios graduales. Puede observarse una disminución en la altura del dosel (copas de los árboles), en el número de estratos y en el tamaño foliar, una disminución en la diversidad de las especies y un aumento en la densidad de los individuos pertenecientes a la misma especie (Kappelle & Brown, 2001).

Se considera a los bosques montanos como sistemas frágiles a escala mundial por esta razón organizaciones en pro de la conservación de áreas montañosas en América Latina impulsan y fomentan la protección de las zonas como “Áreas Protegidas” (Thorsell & Paine, 1997) por las siguientes razones:

- Son el hábitat de especies endémicas y amenazadas, recursos genéticos y son los últimos refugios para especies que fueron erradicadas en tierras bajas aledañas.
- Tienen un valor inmenso en el control de erosión de suelos y protección de cuencas.
- Las Áreas Protegidas constituyen una medida útil para estabilizar el uso de los recursos y reforzar la alianza entre la conservación y las culturas locales.
- Su estrecha relación con el recurso del agua, energía y biodiversidad

2.1.1. Distribución de los bosques montanos están distribuidos en América, África, el sureste asiático y en las islas del Pacífico.

En América están presentes en Centroamérica, el Caribe y en la Cordillera de los Andes (desde su estrechamiento final al sur de Chile, se extiende por Argentina, Bolivia, Perú, Ecuador y Colombia, y Venezuela) (EIA, 2001).

Los bosques montanos neotropicales están ubicados en gradientes que van desde 800 a 3000 msnm y se extiende latitudinalmente desde el límite norte de los trópicos a los 20° de latitud norte en México en la Sierra Madre Oriental hasta los subtropicos en Argentina cerca de los 25° de latitud Sur (Serrano, 2004).

2.1.2. Los bosques húmedos montanos de Bolivia, es uno de los países que integra la cadena montañosa de los Andes y presenta bosques montanos que comprenden el área biogeográfica de los Yungas incluyendo varias provincias de los departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz ocupando aproximadamente el 14% de la superficie del país.

Según Kessler & Beck (2001), alrededor del 57% de la población humana boliviana vive en no mas de 30 km de distancia de bosques húmedos montanos y depende de ellos como fuente de agua potable, la irrigación de energía hidroeléctrica y para la protección de suelos y cuencas hidrográficas.

Bolivia todavía cuenta con grandes áreas de bosque montano húmedo en buen estado de conservación, sobre todo entre los 1000 y 3000 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar), sin embargo, estas áreas están siendo fragmentadas a medida que se extiende la frontera agrícola. Grandes áreas de bosque montano húmedo están protegidas en reservas, pero estas deberán ser conectadas mediante sistemas de corredores biológicos, a fin de asegurar su funcionamiento ecológico a largo plazo (Kessler & Beck, 2001).

En cuanto al ambiente físico de los bosques húmedos montanos los valores de precipitación media anual (p.m.a) varían localmente en relación a topografía y elevación. Laderas montañosas de orientación noreste probablemente reciben hasta más de 8000 mm.p.m.a, mientras que valles en sombra de lluvia pueden tener menos de 500 mm.p.m.a, estas diferencias se encuentran a pocos metros de distancia, conllevando a una diferenciación ecológica extrema (Kessler & Beck, 2001).

El máximo de precipitación se encuentra a 1000-1500 m.s.n.m en zonas muy húmedas (>5.000 mm.p.m.a) a 2000-2500 m en zonas con precipitación algo menor y encima de 3000 m en valles de sombra de lluvia. Muchos bosques montanos húmedos en Bolivia se encuentran en zonas de condensación de neblina, sobre todo entre 1500 y 3500 m de elevación, aunque las neblinas se manifiestan a partir de 1000 m en las partes más altas de las serranías localizadas en la zona de pedemonte (Kessler & Beck, 2001).

Las temperaturas medias anuales oscilan alrededor de 23-24° C a 500 de elevación y en promedio disminuyen en 0.5-0.6°C por 100 m de incremento elevacional. En el verano normalmente no hay heladas por debajo de 3.500 m, mientras que en invierno las heladas pueden llegar hasta 500 m de elevación y nevadas hasta 3000 m (Kessler & Beck, 2001).

Los Andes bolivianos fueron afectados por varios ciclos de glaciación en los últimos 100.000 años, con temperaturas de hasta 7.8° C menores a las actuales durante varios periodos y temperaturas algo mayores a las actuales entre 8.000 a 3.000 años antes del presente. Las precipitaciones fueron menores a las actuales entre 35.000 a 24.000 años antes del presente y mayores entre 24.000 a 10.000 años antes del presente. Estos cambios climáticos conllevan una dinámica de la vegetación con una considerable reducción altitudinal de los pisos de vegetación y glaciación hasta elevaciones de aproximadamente 3000 m (Kessler & Beck, 2001).

Geológicamente los sustratos dominantes en la vertiente andina oriental en Bolivia son areniscas, lutitas, limolitas y pizarras del Ordovícico, Silúrico; Devónico y Terciario con áreas

menos extensas de calizas y margas pérmicas sobre todo en el sur, e intrusivas granodioríticas a elevaciones altas (Kessler & Beck, 2001).

La edafología de los bosques húmedos montanos de Bolivia fue pobremente estudiada, sin embargo Gerold (1987) (citado por Kessler & Beck 2001) observo un aumento del pH con la elevación y la aridez, desde pH 3,5 hasta pH 6,5, así como un aumento de la materia orgánica con la humedad.

2.2. Provincia Biogeográfica de Los Yungas, perteneciente a la región Biogeográfica Andina, sus bosques húmedos se ubican al norte del “codo andino” forman una franja mas o menos continua a lo largo de la vertiente andina, interrumpida solo localmente por profundos valles áridos (Navarro 2002).

La existencia de profundos valles orientados geográficamente de manera muy diferente y separados por barreras orográficas, determina diferentes exposiciones respecto a la incidencia de los vientos alisios húmedos y cálidos por tanto en distancias cortas existen cambios abruptos en los regímenes de precipitación pluvial, con los consiguientes cambios en la estructura y composición florística de la vegetación (Navarro, 2002).

Los géneros arbóreos dominantes en los Yungas son *Acalypha*, *Brunellia*, *Clethra*, *Clusia*, *Cyathea*, *Miconia*, *Ocotea*; *Oreopanax*, *Piper*, *Senna*, *Solanum*, y *Weinmania* entre los 1500 y 2500 m, *Clethra*, *Clusia*, *Escallonia*, *Freziera*, *Gaultheria*, *Hedyosmum*, *Hesperomeles*, *Miconia*, *Myrica*, *Oreopanax*, *Podocarpus*, *Prumnopitys*, *Symplocos* y *Weinmannia* entre 2500 y 3500 y *Polylepis* arriba de 3500 (Navarro, 2002; Gentry, 2001).

2.3. PN-ANMI Madidi, el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi cuenta con una superficie de 18.854 km², de la cual 12.771 Km² corresponden a la categoría de Parque Nacional y 6.039 Km² a la categoría de Área Natural de Manejo Integrado; y presenta una variación altitudinal de 200-6.000 m (Navarro, 2002) que confirman una gran variedad de pisos ecológicos. Al sur limita con el ANMI–Apolobamba, al este con la Reserva Biológica y

Territorio Indígena Pilón Lajas y hacia el oeste con el Parque Nacional Bahuaja-Sonene en la República del Perú (Montambault, 2002).

Fisiográficamente el Madidi se encuentra dentro de las provincias de la Cordillera Oriental, Subandina y Llanura Oriental; biogeográficamente, el área corresponde a las subregiones de Puna, Bosque Húmedo Montañoso de Yungas y Bosque Húmedo del Madeira (Pauquet, 2005).

Hasta el momento en el PN-ANMI Madidi se han registrado 193 familias y 8.244 especies de plantas vasculares, de las cuales 110 son especies nuevas para Bolivia y 93 endémicas (31 son exclusivas de Madidi) (Jørgensen *et al*, 2012).

2.4. Riqueza específica, es el número total de especies (S) obtenido por el censo de una comunidad. La riqueza de especies en un área determinada es una de las medidas de diversidad más utilizadas en la actualidad por su facilidad de interpretación y debido a problemas encontrados en los diferentes índices de diversidad (como sobreestimaciones de equidad de la diversidad y dependencia del tamaño de la unidad muestral, por ejemplo) (Villarreal *et al*, 2006)

La riqueza específica (S) se basa únicamente en el número de especies presentes. La forma ideal de medir la riqueza específica es contar con un inventario completo que nos permita conocer el número total de especies (S) obtenido por un censo de la comunidad. Esto es posible únicamente para ciertos taxa bien conocidos y de manera puntual en tiempo y en espacio. La mayoría de las veces se recurre a índices de riqueza específica obtenidos a partir de un muestreo de la comunidad (Moreno, 2001).

2.5. Composición florística de un bosque, permite evaluar el comportamiento de las especies en la superficie del bosque. Puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I.) (Alvis, 2009).

Generalmente, la mayoría de los estudios de composición florística, se centran en especies arbóreas ya que estas constituyen la mayor parte de la biomasa del bosque y determinan en gran medida su estructura y funcionamiento, aunque no sea este grupo quien dé el mayor aporte a la riqueza florística de un bosque (Ramos, 2004).

2.5.1. Abundancia es un parámetro que permite conocer la densidad de una especie o una clase de plantas. La abundancia es el número de individuos (N) en un área (A) determinada.

Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (Magurran (1988) citado por Moreno, 2001).

2.5.2. Dominancia, se llama dominancia a la sección determinada en la superficie del suelo por el haz de proyección horizontal del cuerpo de la planta, lo cual equivale en análisis forestal a la proyección horizontal de las copas de los árboles. En el bosque tropical resulta a menudo imposible determinar dichos valores, debido a la existencia de varios doseles dispuestos uno encima de otro y la entremezcla de las copas (Lamprecht, citado por Bascope (2005)); en su lugar se propone usar el área basal como medida de dominancia.

2.5.2.1. Área basal, es una medida que sirve para estimar el volumen de especies arbóreas o arbustivas. Por definición, el área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una determinada altura del suelo. En árboles, este parámetro se mide obteniendo el diámetro o el perímetro a la altura del pecho (a una altura de 1.3 m) (Mostacedo *et al*, 2000).

Para facilitar el cálculo del área basal, utilizando el diámetro, ésta es equivalente a $0.7854 \cdot D^2$. Cuando se conoce la circunferencia (C) de un tronco, el área basal se puede calcular de la siguiente forma: $AB = C^2/\pi/4$ (Mostacedo *et al*, 2000).

2.5.3. Frecuencia, se define como la probabilidad de encontrar un atributo (por ejemplo una especie) en una unidad muestral y se mide en porcentaje (Mostacedo *et al*, 2000). En otras palabras, este porcentaje se refiere a la proporción de veces que se mide en las unidades muestrales en relación a la cantidad total de unidades muestrales.

En el método de intercepción de líneas, el cálculo se realiza mediante el registro de la presencia o ausencia de cada especie en cada línea de muestreo. La frecuencia absoluta, en este caso, sería el número total de registros de una especie en cada unidad muestral y la frecuencia relativa sería la relación de los registros absolutos de una especie y el número total de registros de todas las especies (Mostacedo *et al*, 2000).

2.5.4. Índice de Valor de Importancia (IVI), es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. La suma de estos tres parámetros revela la importancia ecológica (de manera relativa) de cada especie en una comunidad vegetal (Mostacedo *et al*, 2000).

El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I., es necesario transformar los datos de dominancia, abundancia y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. debe ser igual a 300 (Mostacedo *et al*, 2000). Este índice, provee un estimado global de la importancia de una especie de planta en una comunidad determinada (Moreno, 2001).

El IVIF se calcula como la suma de la abundancia relativa, la dominancia relativa (área basal relativa) y la diversidad relativa, divididos entre tres, así: $IVIF = A_R + D_R + Div_R / 3$.

La diversidad relativa (Div_R) es la relación porcentual entre el número de especies de una determinada familia, es decir el número de especies por familia entre el número total de especies encontradas.

2.5.5. Similitud/disimilitud o diversidad Beta, considera la tasa o grado de cambio en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje. Por tanto, su medición se basa en proporciones o diferencias. Existen índices de similitud, de disimilitud o distancia, de reemplazo de especies y de complementariedad (Del Pino *et al.*, 1999; Moreno, 2001).

Los índices de similitud/disimilitud han sido usados en distintas investigaciones y también en un sentido empírico, muchos autores dicen que es la proporción del reemplazo de especies o el cambio biótico en gradientes ambientales, una medida de comparación entre muestras para definir la similitud o diferenciación entre variedad de especies o abundancias y hasta un grado de sobre posición de composición de especies en parches de hábitat a varias distancias una de la otra (Halffter & Moreno, 2005). Pueden ser calculados en base a datos cualitativos (presencia/ ausencia) o datos cuantitativos (abundancia) (Mostadedo *et al.*, 2000).

En el estudio se expresa la semejanza entre dos muestras solo considerando la composición de especies. Este índice relaciona el número de especies compartidas con la media aritmética de las especies de ambos sitios (Villarreal *et al.*, 2006), según el porcentaje que se obtenga es posible analizar la alta o baja similitud.

2.6. Estructura florística tiene que ver con los tamaños, ubicación relativa y tipos de formas de vida (Wadsworth, 1997). El análisis de la estructura de los bosques tropicales, está dirigido al estudio de la geometría del conjunto de poblaciones. Para ello se debe conocer que esta tiene dos componentes, uno vertical y otro horizontal (Ramos, 2004).

2.6.1. Estructura horizontal, está determinada tanto por las características del suelo y del clima, las características y estrategias de las especies como por los efectos de los disturbios sobre la dinámica del bosque. La respuesta a estos factores se ve reflejado en la distribución del número de individuos por clase diamétrica, por lo tanto, las variables relacionadas son diámetro a la altura del pecho (dap), y su frecuencia. Se han definido dos estructuras principales: las coetáneas, donde la mayoría de individuos están en la misma clase de tamaño,

y la discetánea, en la cual los individuos están distribuidos en varias clases de tamaño (Ramos, 2004).

En bosques tropicales/neotropicales la distribución de tamaños se representa mediante una distribución tipo J invertida (Ramos, 2004).

2.6.2. Estructura vertical, está relacionada a la distribución de biomasa en el plano vertical, es decir, a la distribución de organismos a lo alto de su perfil, permitiendo esta diferencia de microambientes que las especies se ubiquen en los diferentes niveles en función de satisfacer de mejor manera sus requerimientos de energía, siendo una variable básica a tomar en cuenta, a nivel local, la posición social de la copa, refiriéndose esta al acceso a luz que tenga un individuo (Ramos, 2004).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Materiales

Fueron diversos los materiales que se utilizaron en la elaboración de este trabajo, serán descritos bajo el orden de materiales de campo (inventario, secado de colectas) y materiales de gabinete (análisis de los datos y elaboración del documento).

Materiales de campo;

Inventario: Planillas, flagin, cinta métrica de 50 m., cinta métrica de 2 m, brújula, GPS, altímetro, clinómetro, tijera podadora, tijera de altura, lápiz, borrador, tajador, marcador, bolsas de 30 x 40 cm, etiquetas, saquillo.

Secado de colectas: Papel periódico, alcohol, cinta adhesiva, sogá, prensa, marcador, tijera podadora.

Materiales de gabinete;

Identificación de las especies: planillas de campo, papel periódico, marcadores, guías bibliográficas.

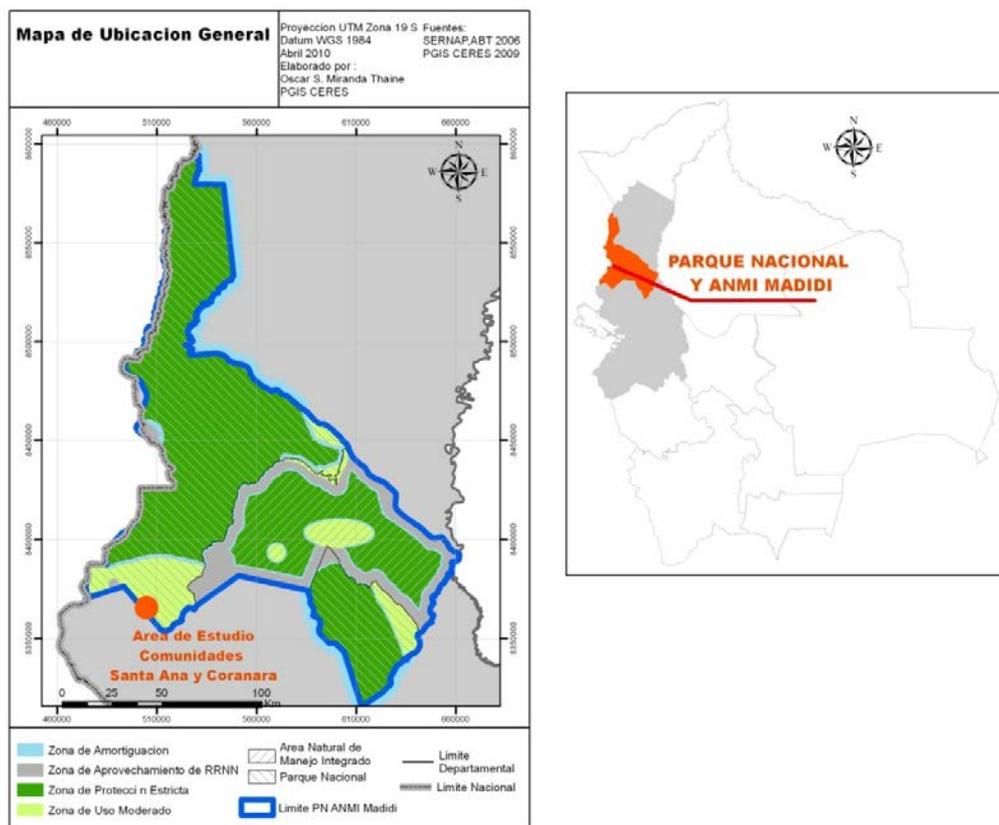
Análisis de datos: Planillas, fotocopias, tablas Excel, mapas, libros y artículos.

Elaboración del documento: Internet, fotocopias, libros y artículos, impresiones, hojas bond.

3.2. Descripción del Área de Estudio

El estudio se realizó en el PN Madidi, provincia Franz Tamayo del departamento de La Paz, en un sector de bosque montano húmedo pluvial ubicado en la región biogeográfica de los Yungas (Navarro, 2002; Ibich, 2003), dicha bioregión es una de las más heterogéneas y diversas espacialmente (Figura 1). Navarro (2002) sectoriza internamente esta región en unidades de menor escala (sectores y distritos); por lo cual se determina que el área de estudio pertenece al Sector Biogeográfico Yungas del Beni (Distrito Biogeográfico Yungas de Apolobamba).

Figura 1: Mapa de Ubicación del Área de Estudio, región Santa Ana-Coranara



Fuente: SERNAP, CERES; Elaborado por Oscar Miranda T, 2010

Las coordenadas entre las que se encuentra la región de estudio son $14^{\circ}46'20,36''S$, $68^{\circ}59'32,62''W$; $14^{\circ}46'31,5''S$, $68^{\circ}58'31,1''W$ con rangos altitudinales que van desde los 2.200 a los 2.700 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m). (Figura 1). Al sur limita con el ANMI-Apolobamba, al este con la Reserva Biológica y Territorio Indígena Pilon Lajas y hacia el oeste con el Parque Nacional Bahuaja-Sonene en la República del Perú (Montambault, 2002). La región es conocida por los comunarios como Santa Ana y Coranara, siendo las comunidades más cercanas Pelechuco, Puina, Moxos y Pata (Pauquet, 2005).

Estos bosques yungueños húmedos en altitudes de 2.100 – 2.700 (Figura 2) son conocidos también como bosque siempreverde montano, según Müller *et al* (2002); y según Navarro

(2002) e Ibich (2003) como bosque montano pluvial. La precipitación anual se estima entre los 2.500-3.000 mm, con 1 a 1,5 meses áridos (Müller *et al*, 2002).

Figura 2. Fisonomía del bosque húmedo montano pluvial de Los Yungas



Fuente: © Proyecto Madidi LPB-MO, Mayo 2009

Geológicamente los sustratos dominantes en la vertiente subandina en Bolivia son areniscas, lutitas, limonitas y pizarras del Ordovícico, Silúrico; Devónico y Terciario con áreas menos extensas de calizas y margas pérmicas sobre todo en el sur, e intrusivas granodioríticas a elevaciones altas (Kessler & Beck, 2001). El pH del suelo es ácido (resultados de Laboratorio de Calidad Ambiental de la Universidad Mayor de San Andrés dan resultados de 4,6 a 5,4 con una media y desviación estándar de 5 ± 1.1), y con concentraciones bajas de los nutrientes del suelo en Nitrógeno (0,4-0,8 cmolc/kg), Sodio (0,013-0,078 cmolc/kg), Potasio (0,06-0,28 cmolc/kg), Calcio (0,058-4,2 cmolc/kg) y Magnesio (0,12-4,7 cmolc/kg) los suelos son pedregosos y poco profundos además muestran una gran acumulación de materia orgánica (Fuentes, 2005) en el área analizada se verificó un 16,3% de presencia.

Entre los géneros dominantes en Los Yungas se encuentran *Acalypha*, *Brunellia*, *Clethra*, *Clusia*, *Cyathea*, *Miconia*, *Ocotea*, *Oreopanax*, *Piper*, *Senna*, *Solanum* y *Weinmannia* entre 1.500 y 2.500 m.n.s.m y *Clethra*, *Clusia*, *Escallonia*, *Freziera*, *Gaultheria*, *Hedyosmum*, *Hesperomeles*, *Miconia*, *Myrica*, *Oreopanax*, *Podocarpus*, *Symplocos*, *Weinmannia* entre 2.500 y 3.000 m.n.s.m (Kessler & Beck, 2001; Navarro 1997).

3.3. Selección de los sitios de muestreo

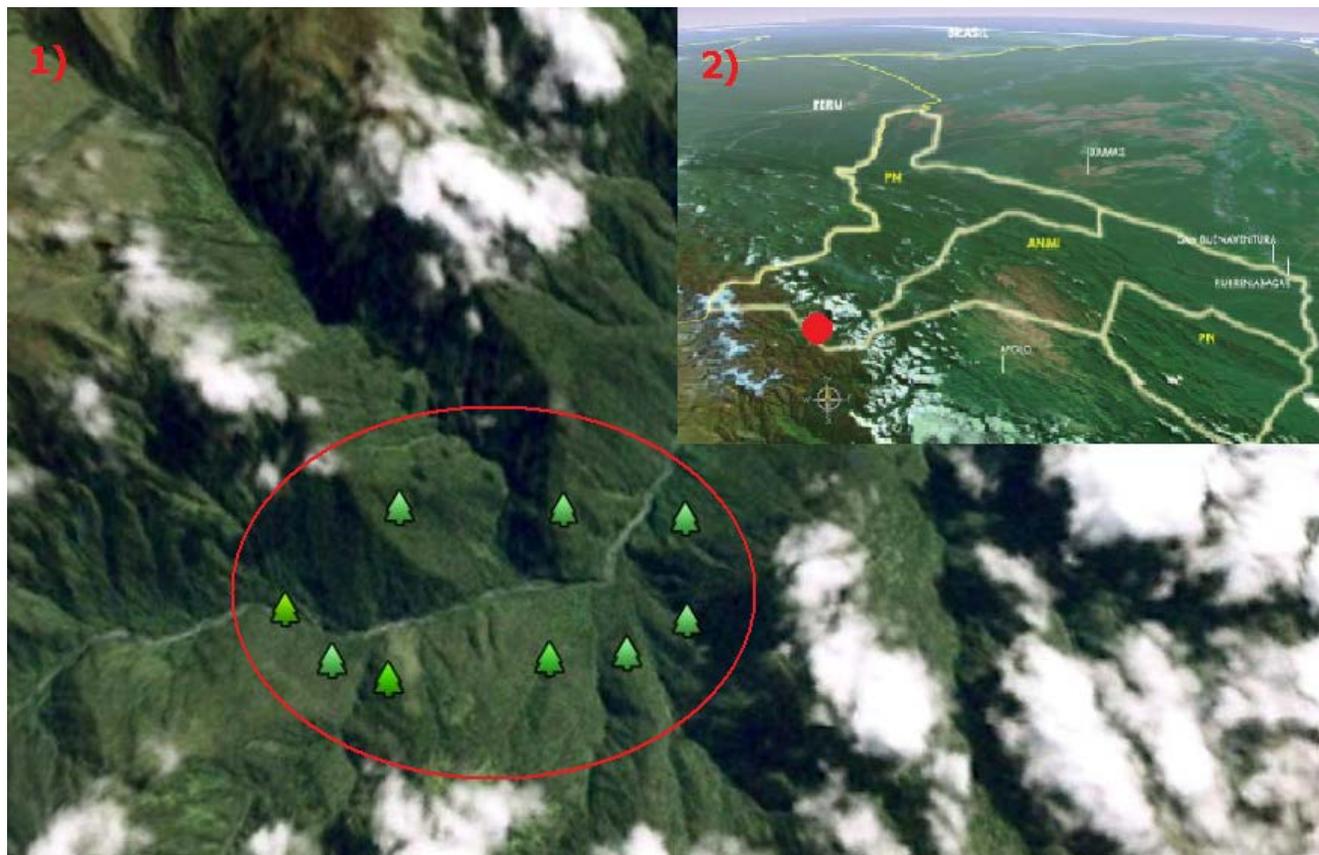
Las áreas de instalación de las Parcelas Temporales de Muestreo (conocidas como PTM's) fueron elegidas según:

- La superficie de bosque a ser considerada, fue representativa del tipo de vegetación de la zona.
- Cada parcela fue fisonómicamente homogénea además de ser accesible.
- El área inventariada pertenece a un bosque primario, es decir, no se detectó perturbación antropogénica o ecológica reciente.

3.4. Instalación de las PTM's

En el bosque húmedo de la región de Coranara-Santa Ana, entre los rangos 2.200 a 2.700 msnm se instalaron nueve parcelas temporales de muestreo (PTM) de 0.1 ha. (Figura 3) (detalles de los sitios de instalación de las PTM's ver en Anexo 2).

Figura 3. Fotografía satelital: 1) Ubicación geográfica de las PTM instaladas, 2) Con un punto rojo se observa la ubicación de la región de estudio dentro el PN Madidi.

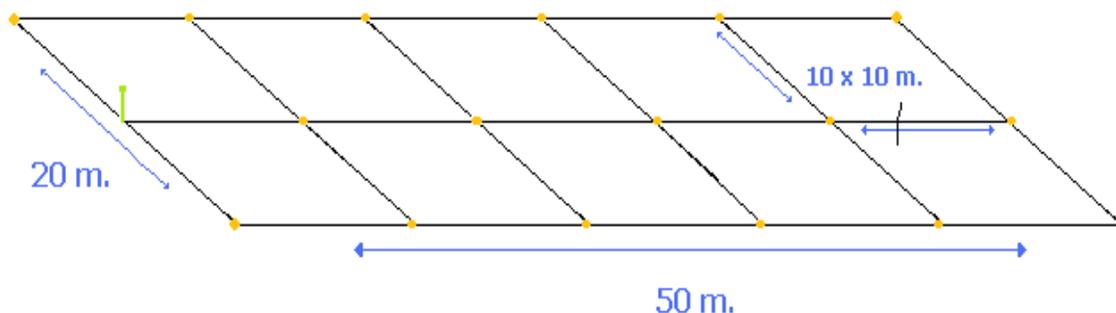


Fuente: Earth Sat / GoogleEarth 2012

El proceso de instalación de cada parcela inició al ubicarse un punto cero “0” y un rumbo con la ayuda de una brújula, marcándose una brecha principal de 50 metros y a lo largo de esta se clavaron estacas cada 10 metros con banderines de color vistoso, en este caso naranja chillón. A partir de las estacas se marcaron líneas perpendiculares de 10 metros a cada lado, habiendo obtenido así la parcela y correspondientes diez subparcelas. (Figura 4)

Por el diseño y tamaño de la muestra estas parcelas son conocidas como Gentry modificadas de 50 x 20 m., divididas en subparcelas de 10 x 10 m. por su practicidad y con fines comparativos.

Figura 4. Diagrama de la forma de la parcela con superficie 0.1 ha.



Al iniciarse el muestreo de cada parcela se tomaron datos como:

Nombre del transecto o parcela, participantes, fecha, coordenadas geográficas (con la ayuda de un GPS), la pendiente-orientación (mediante un clinómetro y una brújula), la altitud de la zona (con ayuda de un altímetro), localización, situación topográfica, muestra de suelos. El distanciamiento entre parcela y parcela fue mayor a 500 m.

3.5. Relevamiento florístico y caracterización de la PTM

Se inventariaron todos los individuos vegetales con dap's iguales o mayores a 2,5 cm; este parámetro permite evaluar mayor cantidad de plantas, puesto que en el bosque montano se encuentra gran diversidad vegetal como lianas, arbustos helechos arbóreos y árboles que permiten una evaluación más completa acerca de la diversidad florística de la región. Los individuos se midieron a 1,30 m de altura (ver Anexo 3) y en casos donde el árbol presentó raíces zancudas la medición se realizó centímetros más arriba donde el tronco se consideró regular.

En la planilla se tomaron datos de:

Nº subparcela, nº seguido o de individuo, nº de colecta, familia, nombre científico, nombre común, DAP (cm), altura total (m), altura fuste (m) esto se tomó solo en casos en que el DAP fue mayor a 10 cm, fenología, descripción, uso, parte útil y observaciones ventajosas a la hora de la identificación de los individuos (ver ejemplo en Anexo 3).

Para la identificación botánica se colectaron todas las especies del área inventariada, es decir, muestras testigo de las parcelas: cuatro muestras de los especímenes estériles y ocho de los fértiles. Para su procesamiento las colectas fueron prensadas y etiquetadas en el campo, el secado de los especímenes se realizó en el Herbario Nacional de Bolivia (LPB) y los duplicados fueron enviados al Missouri Botanical Garden (MO).

3.6. Identificación taxonómica

En gabinete, los primeros pasos fueron la organización de las colectas en carpetas de papel madera para su óptima conservación, posteriormente la confirmación del código asignado en campo en cada carpeta.

Los datos en planillas se trasladaron a tablas del programa Excel, en los cuales se ordenaron con mayor claridad y para facilitar el manejo de la información.

La identificación de especies y morfoespecies resulta más eficiente si primero se agrupan las muestras por familias y a su vez se asocian morfotipos, esto para mantener el orden y rapidez. De esta manera, se compara efectivamente las muestras del herbario como el material de referencia.

También se contó con la colaboración de especialistas botánicos del Proyecto Madidi, LPB y MO y el uso de guías botánicas como de Killen *et al* (2003) y Mendoza & Ramirez (2006), para una mejor identificación de los taxones.

3.7. Análisis de los datos obtenidos

El análisis de los datos tiene por objetivo facilitar la interpretación de los datos obtenidos en el inventario. El método para el análisis de la composición florística (IVI, IVIF, similitud/disimilitud) de la diversidad entre parcelas y estructura horizontal y vertical se detalla a continuación:

3.7.1. Riqueza de especies

Se entiende como “riqueza” de especies al número total de especies por unidad de área (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, arboles y otros) (Mostacedo *et al*, 2000) sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas (Moreno, 2001).

3.7.2. Composición florística

La composición florística se evaluará considerando los IVI's, IVIF's y la similitud/disimilitud de la diversidad entre parcelas.

3.7.2.1. Abundancia

Abundancia absoluta es un parámetro que permite conocer el número de individuos en una determinada área:

$$A = N / a$$

Donde:

A = *Abundancia absoluta*

N = *Número de individuos*

a = *Área determinada*

Abundancia relativa se refiere al porcentaje de participación de cada especie. Se calcula relacionando el número de individuos de una especie con el número total de individuos.

$$A_R = (N / Nt) * 100$$

Donde:

A_R = *Abundancia relativa*

N = *Número de individuos de cada especie*

$N_t =$ *Número total de individuos*

3.7.2.2. Frecuencia

La frecuencia revela la distribución espacial de las especies. Se expresa como porcentaje.

$$F = (m / M) \times 100$$

Donde:

$F =$ *frecuencia absoluta de la especie*

$m =$ *número de unidades muestrales en las que aparece determinada especie*

$M =$ *número total de unidades muestrales*

La *frecuencia relativa* se determina de la siguiente manera:

$$F_R = (F / \sum F) \times 100$$

Donde:

$F_R =$ *frecuencia relativa de una determinada especie*

$F =$ *frecuencia absoluta de la especie*

$\sum F =$ *suma de las frecuencias absolutas de todas las especies de la parcela*

3.7.2.3. Dominancia

Expresado como el grado de cobertura de las especies ó espacio ocupado por ellas.

La *dominancia absoluta* se calcula de la siguiente manera:

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

Donde:

$D =$ *dominancia absoluta*

g_i = área basal total de la cada especie ó familia

$\pi = p_i = 3,1416$

dap = suma del diámetro a la altura del pecho (a 1,3 m) de todos los individuos de cada especie

La *dominancia relativa* así:

$$D_R = g_R = (g / G) \times 100$$

Donde:

D_R = *Dominancia relativa*

g_R = *Área basal relativa*

g = *Área basal total de cada especie ó familia*

G = *Área basal total del área muestreada*

3.7.2.4. Índices de Valor de Importancia

El índice de valor de importancia por especie (IVI) está constituido por la suma de los parámetros, así:

$$IVI = \frac{D_R + F_{iR} + g_R}{3}$$

Donde:

IVI = *Índice de valor de importancia por especie*

D_R = *Densidad relativa*

F_{iR} = *Frecuencia relativa*

g_R = *Área basal relativa*

El *Índice de Valor de Importancia por Familia (IVIF)*, se calcula:

$$IVIF = \frac{D_R + g_R + Div_R}{3}$$

Donde:

IVIF = Índice de valor de importancia por familia

D_R = Densidad relativa

g_R = Área basal relativa

Div_R = Diversidad relativa [relación porcentual entre el número de especies de una determinada familia.

$$Div_R = \left(\frac{N^\circ sp}{N^\circ total\ sp} \right) \times 100$$

Donde:

N° sp = Número de especies de una determinada familia

N° total sp = Número total de especies encontradas

3.7.2.5. Similitud/disimilitud de la diversidad

Se evaluó la diversidad entre las parcelas de estudio a partir de datos cualitativos

3.7.2.5.1. *Índice de Sørensen*, permitió comparar las parcelas de estudio mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas (Mostacedo, 2000). El índice se calcula así.

$$S = \left(\frac{2C}{A + B} \right) \times 100$$

Donde:

S = índice de Sørensen

C = número de especies comunes en ambas localidades

A = número de especies encontradas en la comunidad A

B = número de especies encontradas en la comunidad B

3.7.3. Estructura florística

Los parámetros dasométricos serán abundancia y área basal; la distribución de individuos por especie por clase diamétrica y altimétrica.

3.7.3.1. Estructura horizontal

Será analizada para cada parcela, elaborando un gráfico de la densidad de individuos por clase diamétrica.

A partir de la forma de la curva de distribución por clases diamétricas se pueden inferir patrones de regeneración.

3.7.3.2. Estructura vertical

La descripción de la estructura vertical se basa en clases altimétricas. Se graficará la densidad de individuos en cada formación (clases altimétricas).

La descripción de la estructura vertical a nivel de especie se basa en la comparación de los tamaños alcanzados por las diferentes especies en cada formación, mostrando las alturas máximas, promedio y mínimas para cada una. Estas gráficas permitirán caracterizar las especies que ocupan los diferentes estratos de los bosques.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

La recolección de información de campo se acomodó a una época ideal donde las lluvias no fueran intensas, se realizaron dos viajes en los que se instalaron e inventariaron cinco parcelas en el mes de octubre de 2009 y cuatro en mayo del 2010.

Riqueza de especies

Se encontraron 2.402 individuos en las 9 parcelas (0.9 ha.) instaladas; de las cuales 2.054 son árboles (85.52%), 94 arbustos (3.91%), 122 bambúes (5,08%), 90 helechos arbóreos (3.74%) y 42 lianas (1,75%). Se identificaron 185 especies distribuidas en 56 familias y un área basal de 25,92 m²/ha. A continuación se presenta el listado total de las especies encontradas en el área de estudio:

Cuadro 1. Listado de las especies y morfoespecies encontradas en el área de estudio

Familias	Especies y morfoespecies
Actinidiaceae	<i>Saurauia spectabilis</i>
Anacardiaceae	<i>Mauria?</i>
Annonaceae	<i>Guatteria boliviana</i>
Aquifoliaceae	<i>Ilex aff. nervosa</i> <i>Ilex goudotii</i>
Araliaceae	<i>Oreopanax madidiensis</i> <i>Oreopanax membranaceus</i> <i>Oreopanax steinbachianus</i> <i>Schefflera tipuanica</i> <i>Schefflera herzogii</i>
Arecaceae	<i>Euterpe precatória var. longevaginata</i>
Asteraceae	<i>Asteraceae MQG 109</i> <i>Asteraceae MQG 111</i> <i>Asteraceae MQG 121</i> <i>Asteraceae MQG 147</i> <i>Asteraceae MQG 163</i> <i>Asteraceae MQG 28</i>

	<i>Asteraceae</i> MVH 111 <i>Asteraceae</i> MVH 59 <i>Baccharis brachylaeoides?</i> <i>Baccharis</i> MQG 50 <i>Critoniopsis boliviana</i> <i>Mikania</i> MRL 88 <i>Oyedaea boliviana</i> <i>Pentacalia cf. flocosa</i> <i>Pentacalia cf. herzogii</i> <i>Pentacalia</i> MRL 70 <i>Pentacalia</i> MVH 141 <i>Pentacalia</i> MVH 68
Begoniaceae	<i>Begonia parviflora</i>
Brunelliaceae	<i>Brunellia boliviana</i> <i>Brunellia rhoides</i>
Buxaceae	<i>Styloceras columnare</i>
Campanulaceae	<i>Campanulaceae</i> MVH 130
Caprifoliaceae	<i>Viburnum cf. seemanii</i>
Cecropiaceae	<i>Cecropia tacuna</i>
Celastraceae	<i>Maytenus jelskii</i> <i>Maytenus verticillata</i>
Chloranthaceae	<i>Hedyosmum angustifolium</i> <i>Hedyosmum dombeyanum</i> <i>Hedyosmum</i> MRL 103 <i>Hedyosmum racemosum</i>
Clethraceae	<i>Clethra ferruginea</i> <i>Clethra cuneata</i> <i>Clethra revoluta</i> <i>Clethra scabra</i>
Clusiaceae	<i>Clusia flaviflora</i> <i>Clusia lechleri</i> <i>Clusia multiflora</i> <i>Clusia trochiformis</i>
Cunoniaceae	<i>Weinmannia cf. Pinnata</i> <i>Weinmannia crassifolia</i> <i>Weinmannia davidsonii</i> <i>Weinmannia auriculifera</i> <i>Weinmannia haenkeana</i>
Cyatheaceae	<i>Cyathea caracasana</i> <i>Cyathea delgadii</i> <i>Cyathea</i> MQG 129 <i>Cyathea ruiziana</i>

Dioscoreaceae	<i>Dioscorea</i> MRL 76
Ericaceae	<i>Bejaria aestuans</i> <i>Cavendishia bracteata</i> <i>Cavendishia martii</i> <i>Diogenesia boliviana</i> <i>Ericaceae</i> MVH 54 <i>Orthaea cf. boliviensis</i> <i>Vaccinium dependens</i>
Euphorbiaceae	<i>Alchornea cf. brittonii</i>
Euphorbiaceae	<i>Alchornea glandulosa</i> <i>Alchornea grandiflora</i> <i>Hieronyma cf. buchtienii</i> <i>Hieronyma cf. moritziana</i> <i>Hieronyma oblonga</i>
Fabaceae	<i>Inga sp. nov.</i> MVH 189
Flacourtiaceae	<i>Flacourtiaceae</i> MVH 35
Gentianaceae	<i>Macrocarpaea bangiana</i> <i>Macrocarpaea cinchonifolia</i>
Icacinaceae	<i>Citronella incarum</i>
Lamiaceae	<i>Hyptidendron arboreum</i>
Lauraceae	<i>Aiouea</i> MQG 16 <i>Nectandra laurel</i> <i>Nectandra membranacea</i> <i>Ocotea cf. aciphylla</i> <i>Ocotea floribunda?</i> <i>Ocotea jelskii</i> <i>Ocotea longifolia?</i> <i>Ocotea</i> MQG 98 <i>Ocotea</i> MRL 109 <i>Ocotea</i> MRL 84 <i>Ocotea</i> MVH 16 <i>Ocotea</i> MVH 57 <i>Ocotea</i> MVH 95 <i>Ocotea pseudo-coto?</i> <i>Ocotea vel sp. nov.</i> MRL 19 <i>Persea aff. peruviana</i> <i>Persea areolatocostae</i> <i>Persea vel. sp. nov.</i> MRL 83
Malpighiaceae	<i>Bunchosia armeniaca</i>
Marcgraviaceae	<i>Marcgraviaceae</i> MRL 98
Melastomataceae	<i>Axinaea lanceolata</i> <i>Meriania</i> MVH 36

	<i>Meriania tomentosa</i> <i>Miconia brittonii</i> <i>Miconia cf. cyanocarpa</i> <i>Miconia dichotoma</i> <i>Miconia holosericea</i> <i>Miconia hygrophila</i> <i>Miconia lasiocalyx</i> <i>Miconia matthaei</i> <i>Miconia micrantha</i> <i>Miconia micropetala</i> <i>Miconia MQG 150B</i> <i>Miconia MRL 67</i> <i>Miconia MVH 15</i> <i>Miconia MVH 94</i> <i>Miconia rubiginosa</i> <i>Miconia staphidioides</i> <i>Miconia theizans</i> <i>Miconia undata</i> <i>Miconia valida</i> <i>Tibouchina granulosa</i>
Meliaceae	<i>Ruagea glabra</i> <i>Ruagea insignis</i> <i>Ruagea ovalis</i>
Monimiaceae	<i>Mollinedia repanda</i> <i>Siparuna cf. aspera</i>
Moraceae	<i>Morus insignis</i>
Myricaceae	<i>Morella pubescens</i> <i>Myrsine coriacea</i> <i>Stylogyne cf. ambigua</i>
Myrtaceae	<i>Gomidesia lindeniana</i> <i>Myrcia cf. splendens</i> <i>Myrcia paivae</i> <i>Myrcianthes rhopaloides</i> <i>Siphoneugena MRL 74</i>
Onagraceae	<i>Fuchsia boliviana</i>
Piperaceae	<i>Piper crassinervium</i> <i>Piper glabratum</i> <i>Piper MQG 155</i> <i>Piper MQG 39</i> <i>Piper MRL 86</i> <i>Piper MVH 64</i> <i>Piper acutifolium</i>

Poaceae	<i>Chusquea MVH 33</i>
Podocarpaceae	<i>Podocarpus ingensis</i> <i>Podocarpus oleifolius</i>
Polygalaceae	<i>Monnina MVH 98</i>
Rhamnaceae	<i>Rhamnus sphaerosperma</i>
Rosaceae	<i>Prunus amplifolia</i> <i>Prunus integrifolia</i> <i>Prunus reflexa</i>
Rubiaceae	<i>Cinchona cf. calisaya</i> <i>Cinchona pubescens</i> <i>Faramea candelabrum</i> <i>Guettarda crispiflora</i> <i>Hillia cf. wurdackii</i> <i>Hillia parasitica</i> <i>Ladenbergia oblongifolia</i> <i>Palicourea thyrsoiflora</i> <i>Psychotria cf. tipuanensis</i> <i>Psychotria cf. tristis</i> <i>Psychotria carthagenensis</i> <i>Rudgea cornifolia</i> <i>Rudgea verticillata</i>
Sabiaceae	<i>Meliosma boliviensis?</i> <i>Meliosma MRL 92</i> <i>Meliosma MVH 32</i>
Sapotaceae	<i>Pouteria vel sp. nov. MVH 1</i>
Saxifragaceae	<i>Escallonia paniculata</i>
Solanaceae	<i>Cestrum MVH 165</i> <i>Solanum MVH 179</i> <i>Solanum MVH 184</i> <i>Solanum MVH 73</i>
Staphyleaceae	<i>Turpinia occidentalis</i>
Styracaceae	<i>Styrax pentlandianus</i>
Symplocaceae	<i>Symplocos cf. arechea</i> <i>Symplocos mapiriensis</i> <i>Symplocos neillii</i>
Theaceae	<i>Freziera lanata</i> <i>Gordonia fruticosa</i>
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis MVH 177</i>
Urticaceae	<i>Myriocarpa stipitata</i> <i>Phenax laevigatus</i> <i>Urera caracasana</i>
Vitaceae	<i>Cissus trianae</i>

n° familias = 56	n° de especies y morfoespecies = 185
Indeterminado/no colectado	<i>Indeterminado/no colectado</i>
Indeterminado/perdido	<i>Indeterminado MQG 152</i>
	<i>Indeterminado MRL 104</i>
	<i>Indeterminado MVH 112</i>
	<i>Indeterminado MVH 22</i>
	<i>Indeterminado MVH 47</i>
	<i>Indeterminado MVH 90</i>
	<i>Indeterminado MVH 91</i>

Composición florística

De las 185 especies encontradas las 20 más importantes suman un valor del 36,05% siendo la especie más importante *Hedyosmum angustifolium*, reconocida como uno de los géneros característicos del mesobosque nublado yungueño entre las altitudes 2.100 – 3.100 (Navarro, 1997).

La segunda especie más importante de acuerdo a los resultados de este estudio es *Myrsine coriacea* (3,50%); *Clusia multiflora* (3,32%); *Podocarpus ingensis* (2,72%) especie en la cual la dominancia hace la mayor contribución porcentual al IVI y en concordancia con Navarro (1997) quien encuentra a los “pino de monte” (Podocarpaceae) como dominantes o por lo menos como uno de los elementos más importantes en este tipo de bosque.

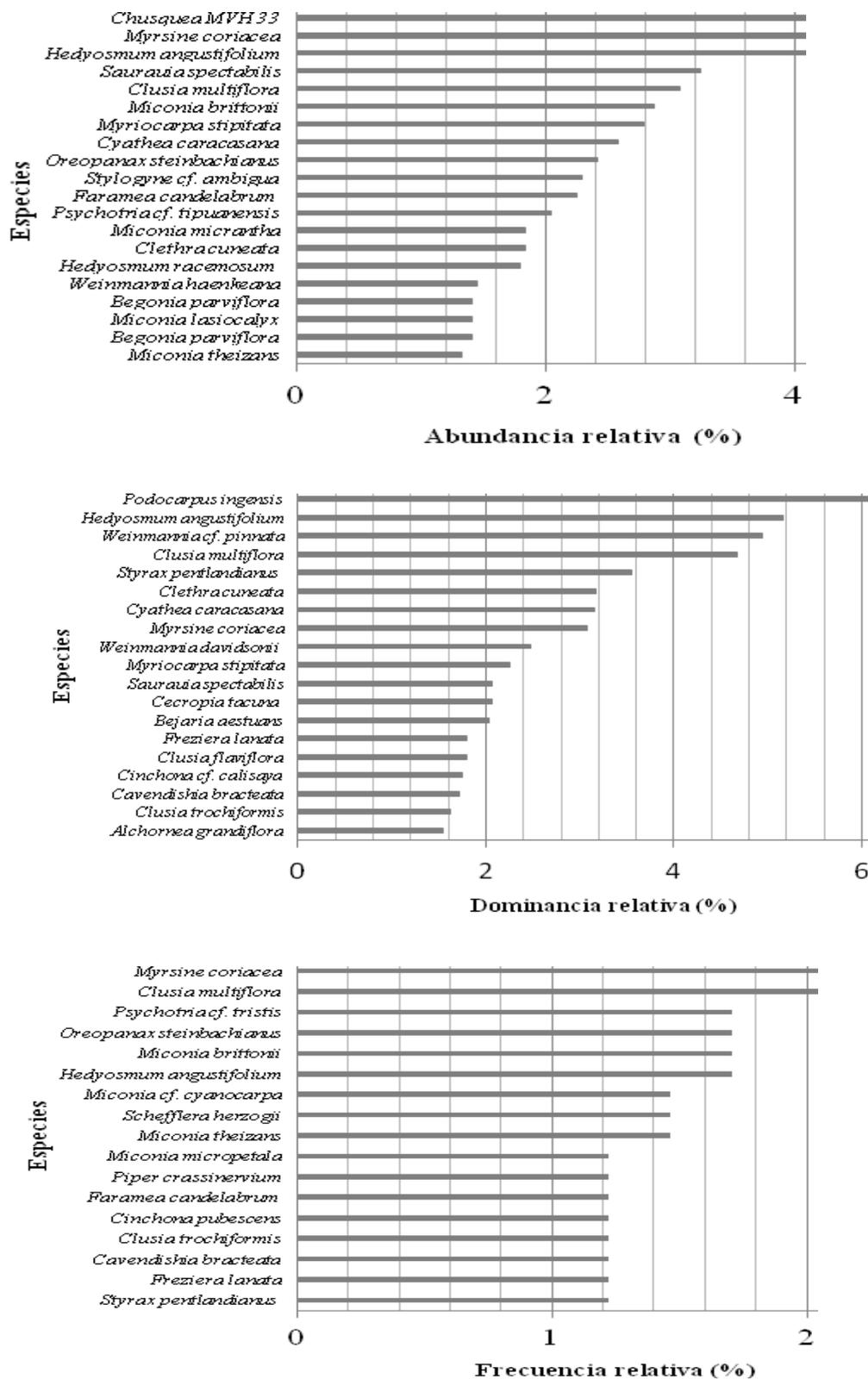
Luego *Chusquea MVH-33* con un 2,20% de IVI en la cual la abundancia hace el mayor aporte se explica ya que la especie aparece usualmente en parches pero generalmente su distribución es continua en bosques montanos bajos (Young & León 1988; Silman *et al*, 2003), también encontramos a *Cyathea caracasana* que resalta por pertenecer a una formación de vida como helecho arbóreo, esta especie ocupa un 5° lugar entre las especies más importantes con un 2,24%. (Cuadro 2)

Cuadro 2. Las 20 especies más importantes de acuerdo al IVI, ordenadas de manera decreciente (con datos de Abundancia, Dominancia y Frecuencia relativas).

Nombre Científico	Familia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI
<i>Hedyosmum angustifolium</i>	Chloranthaceae	4.37	5.17	1.70	3.75
<i>Myrsine coriácea</i>	Myrsinaceae	5.00	3.08	2.43	3.50
<i>Clusia multiflora</i>	Clusiaceae	3.08	4.68	2.19	3.32
<i>Podocarpus ingensis</i>	Podocarpaceae	1.08	6.11	0.97	2.72
<i>Cyathea caracasana</i>	Cyatheaceae	2.58	3.15	0.97	2.24
<i>Chusquea MVH 33</i>	Poaceae	5.08	1.06	0.49	2.21
<i>Weinmannia cf. pinnata</i>	Cunoniaceae	1.08	4.94	0.49	2.17
<i>Saurauia spectabilis</i>	Actinidiaceae	3.25	2.06	0.97	2.09
<i>Clethra cuneata</i>	Clethraceae	1.83	3.18	0.97	1.99
<i>Styrax pentlandianus</i>	Styracaceae	1.00	3.54	1.22	1.92
<i>Myriocarpa stipitata</i>	Urticaceae	2.79	2.26	0.49	1.84
<i>Miconia brittonii</i>	Melastomataceae	2.87	0.81	1.70	1.79
<i>Oreopanax steinbachianus</i>	Araliaceae	2.41	0.51	1.70	1.54
<i>Faramea candelabrum</i>	Rubiaceae	2.25	0.66	1.22	1.37
<i>Stylogyne cf. ambigua</i>	Myrsinaceae	2.29	0.81	0.73	1.28
<i>Clusia trochiformis</i>	Clusiaceae	0.96	1.63	1.22	1.27
<i>Freziera lanata</i>	Theaceae	0.75	1.80	1.22	1.25
<i>Cinchona cf. calisaya</i>	Rubiaceae	1.12	1.76	0.73	1.20
<i>Cavendishia bracteata</i>	Ericaceae	0.67	1.72	1.22	1.20
<i>Hedyosmum racemosum</i>	Chloranthaceae	1.79	0.63	0.97	1.13
Otras especies		53.75	50.46	76.40	60.20
<i>Indeterminado/no colectado</i>		2.29	2.96	1.95	2.40
<i>*Indeterminado/perdido</i>		0.67	0.59	1.70	0.99

También concordamos (Navarro, 1997, Kessler & Beck, 2001, Gentry, 2001) con que los géneros comunes en la bioregión de Los Yungas son *Clethra*, *Miconia*, *Oreopanax*, *Cinchona*, *Faramea*, *Weinmannia* y *Saurauia* como también la especie *Freziera lanata*. Y en estudios sobre el PN-ANMI Madidi (Chiriuno, al este de Apolo) entre las especies dominantes en común tenemos a *Clusia multiflora*, *Myrsine coriácea* y a *Cavendishia bracteata* (Fuentes, 2005).

Figura 5. Gráficas de las especies más abundantes, dominantes y frecuentes (valores relativos)



Entre las cinco familias más importantes detectamos a Melastomataceae en primer lugar con 22 especies; luego Rubiaceae (13 especies), Lauraceae (18 especies), Cunoniaceae (5 especies) y Clusiaceae (4 especies) (Ver Cuadro 3).

Muchos investigadores han demostrado que los bosques húmedos montanos en Los Andes son muy diversos y con altos índices de endemismo similares en un mismo rango altitudinal, al mismo tiempo parecen compartir las familias y géneros de mayor importancia o representatividad, por ejemplo con Bussman (2003) que encuentra a Lauraceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Clusiaceae entre sus primeras cuatro familias ecológicamente más importantes.

Cuadro 3. Las 20 familias más importantes de acuerdo al IVIF, ordenadas de manera decreciente (con datos de Abundancia, Dominancia y Diversidad relativas).

Familia	n° especies	DOM %	AB%	DIVr	IVIF
Melastomataceae	22	13.36	3.86	11.89	9.71
Rubiaceae	13	9.24	5.09	7.03	7.12
Lauraceae	18	3.16	6.16	9.73	6.35
Cunoniaceae	5	3.75	9.45	2.70	5.30
Clusiaceae	4	4.79	8.36	2.16	5.10
Chloranthaceae	4	6.29	5.82	2.16	4.76
Asteraceae	18	1.92	0.77	9.73	4.14
Cyatheaceae	4	3.75	4.92	2.16	3.61
Euphorbiaceae	6	2.75	4.77	3.24	3.59
Clethraceae	4	2.91	5.31	2.16	3.46
Ericaceae	7	2.08	3.88	3.78	3.25
Myrsinaceae	2	5.00	3.08	1.08	3.05
Podocarpaceae	2	1.08	6.11	1.08	2.76
Piperaceae	7	2.62	1.00	3.78	2.47
Araliaceae	5	3.41	0.86	2.70	2.33
Urticaceae	3	2.91	2.28	1.62	2.27
Poaceae	1	5.08	1.06	0.54	2.23
Myrtaceae	5	1.87	1.96	2.70	2.18
Actinidiaceae	1	3.25	2.06	0.54	1.95
Styracaceae	1	1.00	3.54	0.54	1.69
Otras familias	53	14.48	13.32	28.65	18.82

Estos bosques montanos andinos se caracterizan por su vegetación potencial de Lauraceae (Navarro, 1997; Gentry, 2001; Kessler & Beck, 2001; Bussman, 2003; Fuentes, 2005) que parecen coincidir en que Lauraceae es la familia más diversa en especies. En el presente estudio, está representada por 18 especies y entre sus géneros *Ocotea* es el destacado con 12 especies, posteriormente se encuentran *Persea* (3), *Nectandra* (2) y *Aiouea* (1).

Melastomataceae y Rubiaceae son también las más ricas en especies (Gentry, 2001; Kessler & Beck, 2001). En Rubiaceae el género más importante es *Psychotria*, también se presentan *Rudgea*, *Hillia*, *Cinchona*, *Faramea*, *Guettarda* y *Palicourea*.

En Melastomataceae encontramos a *Miconia*, *Meriania*, *Tibouchina* y *Axinaea*; siendo *Miconia* el género más rico en especies tanto en bosques andinos como en centroamericanos y *Tibouchina* es importante en vegetación sucesional de elevación media (2.000-2.500 m.s.n.m) (Gentry, 2001). En esta investigación *Miconia* representa a 18 de las 22 especies de la familia.

Cunoniaceae ocupa un cuarto lugar en importancia entre las 56 familias inventariadas, con un único género representante *Weinmannia* (con 5 especies muestreadas). Es un género importante generalmente en los bosques montanos altos y en algunos casos hasta en altitudes mayores a los 3.000 m.s.n.m (Gentry, 2001), este género es representado por *Weinmannia cf. pinnata* como la séptima especie más importante del área de estudio.

Clusiaceae es otra de las familias más importantes de los bosques andinos, el género *Clusia* especialmente es el que parece extenderse desde los 1.500 hasta mayores a los 3.000 m de elevación (Gentry, 2001). *Clusia multiflora* es el más frecuente en la región Suroeste del PN Madidi junto con *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae) encontrándose en todas las parcelas muestreadas (ver datos de frecuencia en la Figura 5).

Chloranthaceae es la sexta en el análisis IVIF; como se observa en el tabla 2, tiene dos representantes entre las 20 especies de importancia ecológica de la zona (*Hedyosmum angustifolium* y *Hedyosmum racemosum*). En general, se ha visto que las especies del género *Hedyosmum* son muy típicas del bosque montano (Navarro, 1997).

Asteraceae es una de las familias más diversas (Kessler & Beck, 2001), halla su óptimo generalmente a altitudes mayores a los 3.000 m (Gentry, 2001). Podemos observar en el Cuadro 2, que cuenta con un gran número de especies (18) pero se definen como “raras” por sus niveles muy bajos de abundancia y dominancia.

El análisis se hace interesante ya que se concuerda con que Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae son las familias más importantes en los bosques montanos de elevación media, pero aparecen otras como Asteraceae con una gran riqueza de especies que parecen ser indicadoras de bosques de ceja de monte, se puede explicar por qué existiría una mezcla de elementos florísticos de bosque montanos bajos a bosques de ceja de monte (Gentry, 2001), ya que por otro lado encontramos al género *Chusquea* (Poaceae) que es de mayor importancia en bosques montanos bajos (Silman *et al*, 2003) y *Cyathea* el género típico de los bosques montanos (Stadtmuller, 1997). Esta mezcla de elementos florísticos a la vez podría explicar la elevada riqueza de especies (Antezana, 2011).

Similitud / Disimilitud de la diversidad

La similitud entre parcelas es baja, encontrándose el mayor valor entre las parcelas de 2.500 y 2.698 m de elevación, aún así la similitud entre especies es pobre al solo alcanzar el 21,31% según el índice Sørensen (con datos cualitativos), se entiende que existe el recambio fuerte entre especies a medida que nos desplazamos por el bosque, tanto latitudinal como altitudinalmente; las especies van sustituyendo a otras en general muy afines en nichos iguales o muy semejantes, una de las explicaciones puede ser la llamada regla Rapoport que se refiere a la tendencia de las especies tropicales a tener áreas de distribución más pequeñas que las de zonas templadas (Halffter & Moreno, 2005).

Cuadro 4. Índice de similitud de Sørensen entre las 9 parcelas muestreadas ordenadas según un gradiente altitudinal.

PARCELAS en m.s.n.m	2204	2419	2455	2486	2500	2502	2570	2662	2698
2204	29	10	6	5	9	10	5	3	9
2419	14.29	41	12	14	8	22	6	10	6
2455	6.59	11.65	62	20	10	14	10	17	11
2486	6.25	15.22	17.7	51	8	25	15	17	5
2500	16.07	11.76	11.24	10.25	27	11	7	6	13
2502	12.66	24.17	12.5	4.95	14.28	50	12	15	6
2570	6.49	6.74	9.09	15.15	9.33	12.24	48	13	13
2662	4.69	13.16	17.52	19.77	9.68	17.64	15.66	35	5
2698	14.28	8	11.46	5.88	21.31	7.14	15.85	7.25	34

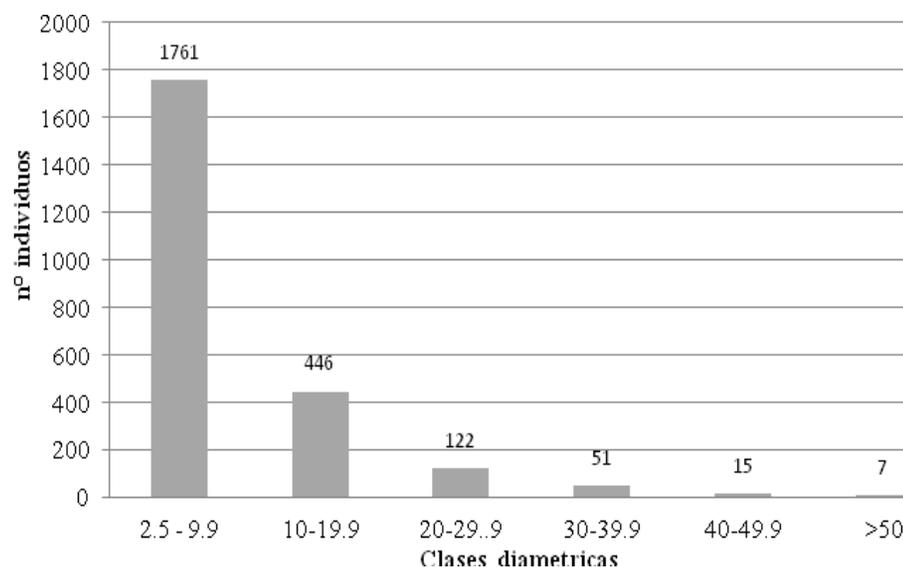
La línea diagonal indica el número de especies presentes en cada parcela, por encima de esta se encuentran el número de especies que comparten las parcelas y por debajo están los valores del Índice de Sørensen. Se resalta el mayor y menor porcentaje de similitud.

La riqueza florística encontrada en cada parcela no disminuye linealmente a mayor elevación como asegura Gentry (2001), sino que se distribuye al azar. Estos resultados pueden deberse a que el gradiente altitudinal (2.200 a 2.700 m.s.n.m) no es marcada como para encontrar una diferenciación significativa, o que otros factores abióticos locales tienen mayor influencia sobre la diversidad florística como las variables edáficas, orientación, topografía entre otros (Loza, 2008; Torrez, 2008).

Estructura florística

Estructura horizontal

Figura 6. Gráfica de la estructura florística (horizontal) de acuerdo a clases diamétricas



En la Figura 6 se observa la distribución de individuos en relación al diámetro (DAP) y cuya curva presenta una estructura disetánea en la que los individuos están distribuidos en varias clases de tamaño y se presenta mediante una distribución tipo “J” invertida, Este patrón obedece a bosques tropicales primarios (Seidel, 1995; Bussman, 2003; Cornejo, 2008, Torrez 2008; Cabrera, 2009) Indica que la comunidad tiene abundante regeneración natural y cada vez menos abundancia en las clases juveniles y adultas. El bosque se regenera sin perturbaciones antropogénicas de importancia por lo cual encontramos un bosque diverso con árboles de todas las edades (Lampretch, 1990).

La regeneración natural tiene altos valores debido a las condiciones del sitio que permiten que muchas de las especies se establezcan favorablemente y en gran número (Valerio, 2001), la disminución progresiva puede explicarse por la dinámica de crecimiento y mortalidad determinada tanto por las características del suelo, topografía y del clima, las características y

estrategias de las especies como por los efectos de los disturbios sobre la dinámica del bosque (Ramos, 2004).

Según los resultados la clase diamétrica con intervalos menores (2,5 a 9,9 cm) es la de mayor concentración de individuos (1.761 ind. /0,9 ha.) y ocurren 168 de las 185 especies halladas, como se ha expresado en estos bosques tan diversos, los arbustos y árboles pequeños contribuyen con la mayoría del número total de especies (Cornejo, 2008); entre ellas tenemos a *Chusquea MVH33* con 120 individuos, *Myrsine coriácea* (91), *Miconia brittonii* (62), *Hedyosmum angustifolium* (58), *Saurauia spectabilis* (58). Acumula un área basal de 4,0 m²/0,9 ha.

Chusquea MVH33, solo se presenta en esta clase diamétrica, sin embargo, es de las especies ecológicamente más importantes de este estudio.

La segunda clase diamétrica entre los intervalos de 10 y 19,9 cm agrupa a 446 individuos, las especies de mayor representatividad son *Hedyosmum angustifolium* (36 ind.), *Cyathea caracasana* (29), *Myrsine coriácea* (24), *Clusia multiflora* y *Myriocarpa stipitata* (12 cada una). Con un área basal de 7,0 m².

Con 122 individuos se encuentra la tercera clase con diámetros de 20 a 29,9 cm, suma un área basal de 5,5 m² y entre sus especies se encuentran: *Hedyosmum angustifolium* (11 ind), *Clethra cuneata* (8), *Clusia multiflora* (8), *Podocarpus ingensis* (7) y *Myrsine coriácea* (5).

En la siguiente clase diamétrica (30-39.9 cm) se encuentran 51 individuos (4,7 m²/0,9 ha.); *Weinmannia pinnata* (6), *Clusia multiflora* (4), *Cavendishia bracteata*, *Clethra cuneata* y *Freziera lanata* (3 ind. c/u) entre las especies con mas individuos. Y las especies *Cecropia tacuna*, *Clusia multiflora*, *Ocotea jelskii*, *Styrax pentlandianus* y *Weinmannia davidsonii* del grupo de 40 – 49,9 cm de diámetro, son las primeras cinco con 2 individuos para cada una y un área basal de 2,3 m².

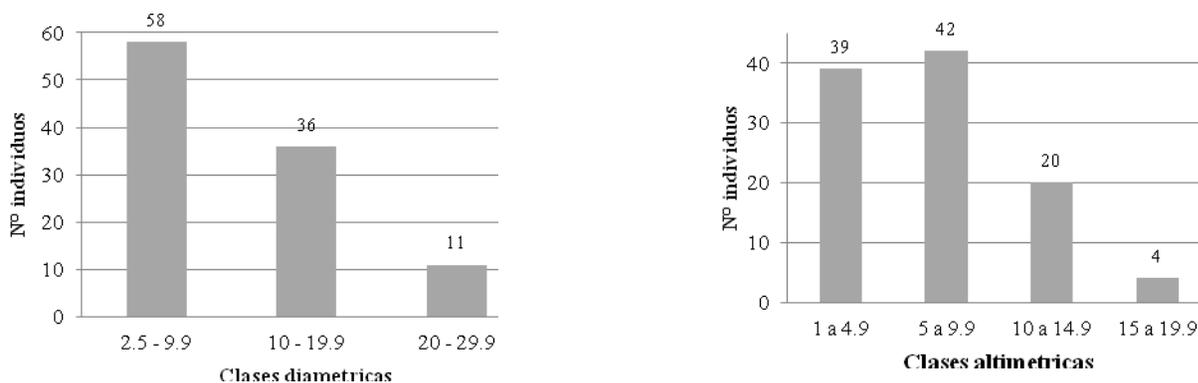
La clase diamétrica con los parámetros mayores a 50 cm es el que posee la menor concentración de representantes (solo 7) todos ellos suman un área basal de 2,4 m². Un “pino de monte” (*Podocarpus ingensis*) es el de mayor tamaño diametral (104,7 cm).

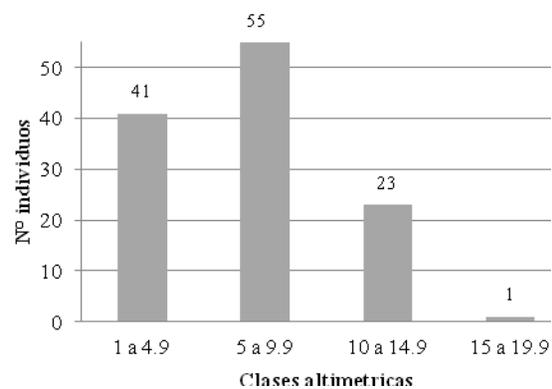
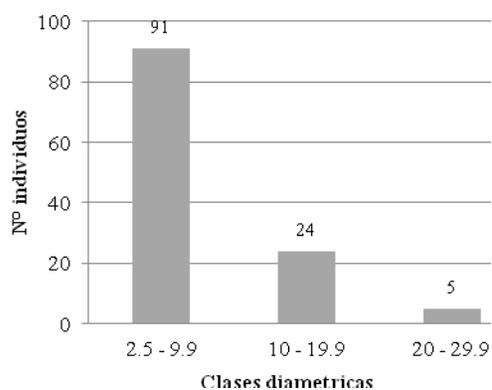
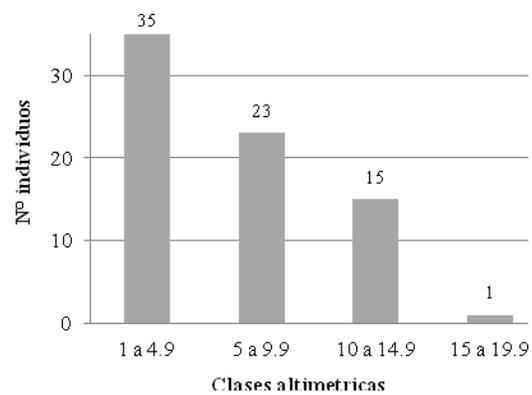
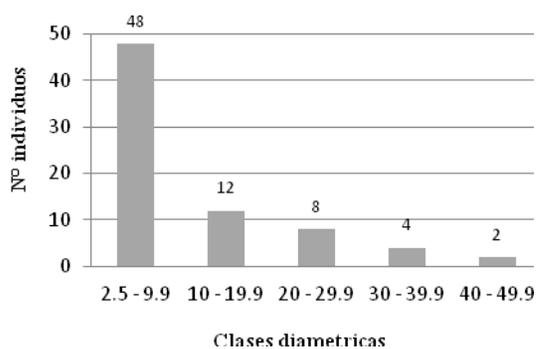
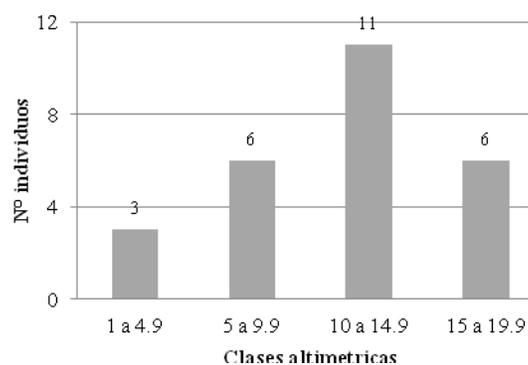
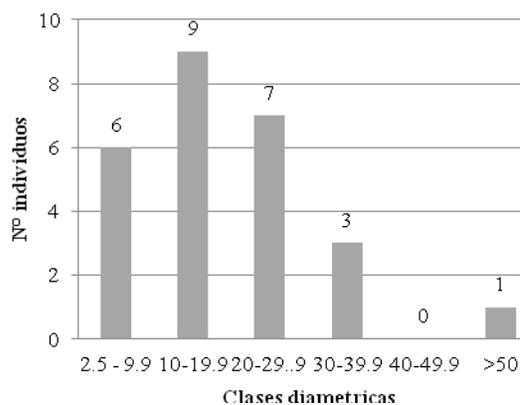
Las especies que se encuentran en cada clase diamétrica son *Alchornea grandiflora*, *Podocarpus ingensis* y *Styrax pentlandianus*.

Al analizar las especies ecológicamente más importantes (Figura 7), se detecta que *Hedyosmum angustifolium* y *Myrsine coriacea* agrupan árbolitos hasta los casi 30 cm diámetro sin haberse presentado especímenes en las posteriores clases diamétricas. *Clusia multiflora* no llega a diámetros mayores a 50 pero si tiene gran representatividad y equilibrio en el resto de los estratos tanto para los diamétricos como para los altimétricos. *Podocarpus ingensis* agrupa un menor número de individuos, sin embargo, su área basal es del 6,2% por sí sola y es la especie dominante de la región estudiada.

Figura 7. Gráficas de las estructuras horizontal y vertical de las cuatro primeras especies de importancia ecológica (IVI)

Hedyosmum angustifolium



Myrsine coriacea***Clusia multiflora******Podocarpus ingensis***

Estructura vertical

Se caracterizaron los estratos vegetativos en cinco clases altimétricas; la clases altimétricas con alturas de 1 a 9,9 m acumula el mayor número de individuos con un leve incremento en la segunda clase altimétrica o subdosel (Figura 8) a partir de este disminuye hasta encontrar solo 4 árboles con alturas >20 m.

La curva en relación al número de especies es negativa, como explica la grafica (Figura 10), 191 especies en la clase altimétrica más pequeña (1 a 4,9 m), decrece en las siguientes clases: 156 sp. en alturas de 5 a 9,9 m; 73 sp. 10 a 14,9 m; 40 sp. 15 a 19,9 m y 4 sp. >20m.

Las especies emergentes son: *Myrcia splendens*, *Alchornea brittoni* y *Ocotea jelskii* cada una con un individuo y alturas entre 20 a 22 m.

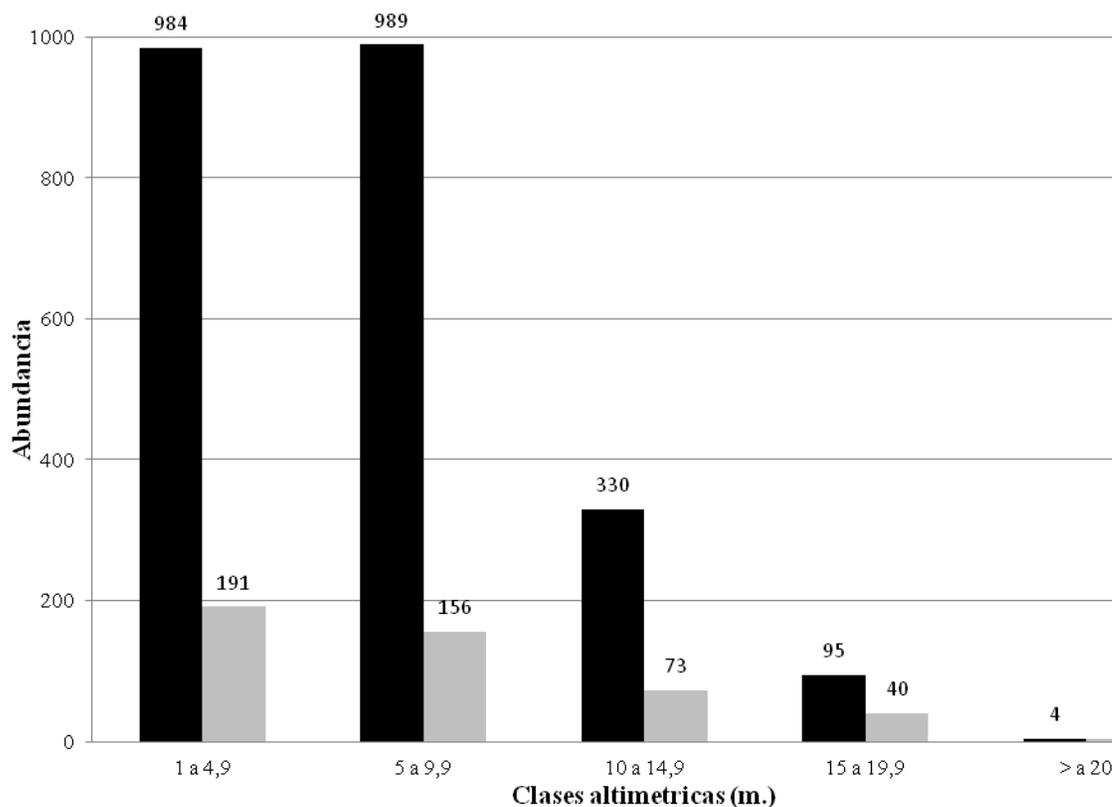
En el estrato de alturas entre 1 a 5 m. las especies de mayor concentración de individuos son *Oreopanax steinbachianus*, *Cyathea caracasana*, *Psychotria cf. tipuanensis* y las familias con mayor número de especies son Melastomataceae, Rubiaceae, Lauraceae y Asteraceae, Cunoniaceae y Euphorbiaceae en estratos superiores.

Entre los 5 a 9,9 m. de altura *Myrsine coriácea* y *Chusquea MVH 33* son las especies más abundantes también para la clase altimétrica de 10 a 14,9 m.

En la clase altimétrica con alturas 15 a 19,9 m las especies *Clusia cf. flaviflora*, *Clusia cf. trochiformis* y *Podocarpus ingensis* tienen mayor número de individuos.

El gran número de árboles y arbustos de estratos inferiores (estrato arbustivo (Villarreal *et al*, 2006)) es un patrón conocido para los bosques montanos tropicales de Bolivia (Seidel 1995; Cornejo, 2008; Loza, 2008) como reporta el presente estudio.

Figura 8. Gráfica de la estructura florística (vertical) de acuerdo a clases altimétricas; las barras de color negro corresponden al número de individuos y las barras de color gris al número de especies distribuidas en cada clase altimétrica.



En estratos superiores (estrato subarbóreo y estrato arbóreo inferior (Villarreal *et al*, 2006), se presentaron alturas entre los 5 a 15 m y una altura máxima de 22 m., diferente a lo manifestado por Killen *et al* (1993) que mencionan que los bosques montanos húmedos presentan un dosel de 15 a 25 m y árboles emergentes de hasta 40 m, esta diferencia quizás se deba a que la mayoría de las parcelas se ubican a alturas mayores a 2.500 m.s.n.m, donde, según Gentry (2001) los árboles son cada vez más abundantes, pequeños y retorcidos obedeciendo patrones de bosques montanos altos. Sin embargo se debe tomar en cuenta que las alturas de los individuos fueron basadas en métodos de estimación, es recomendable realizar estas mediciones con métodos y equipos más exactos.

V. CONCLUSIONES

La composición encontrada en la región noroeste del PN Madidi es característica de los bosques montanos pluviales. Las especies se van sustituyendo en nichos muy semejantes por lo que se explica la gran riqueza del bosque tropical.

Se reconoce a *Hedyosmum angustifolium* como la especie ecológicamente más importante del lugar, y entre las familias nos encontramos con Lauraceae, Melastomataceae y Rubiaceae que resultan ser las tres familias ecológicamente más importantes en el bosque montano de la bioregion yungueña a elevaciones entre los 2200 y 2700 m .

Se encontraron elementos de bosque montano bajo y ceja de monte como son *Chusquea MVH 33* y variedad de especies de la familia Asteraceae.

Chusquea MVH 33 fue la especie más abundante, *Podocarpus ingensis* la más dominante y *Myrsine coriácea* la más frecuente. La primera seguramente por su capacidad de poblar claros rápidamente, la segunda es una especie clave en el bosque montano y dominante también para otros estudios.

Se detecto baja similitud entre las parcelas, es decir que el recambio de especies es alto.

Tanto la estructura vertical y la horizontal tuvieron la misma tendencia, a mayor número de individuos en las clases inferiores, menor número en las superiores.

En general, se encontró un bosque altamente diverso en especies y familias, con individuos de todas las edades resaltando mayor abundancia en las clases diamétricas y altimétricas menores.

VI. RECOMENDACIONES

Son necesarios más estudios en el bosque montano húmedo en elevaciones de 2.100 a 2.900 en el que el bosque es de transición del bosque montano bajo al de ceja de monte, para reconocer a las especies que paulatinamente extienden su hábitat.

Adicionales a la composición y estructura del bosque, estudios sobre la influencia de factores ambientales sobre la flora proveerían un panorama más completo de la dinámica del bosque.

Los planes de manejo evitarían la deforestación de laderas y cambios en el uso de la tierra que pueden causar consecuencias severas para el régimen hídrico y desencadenar graves procesos de erosión, a esto se suma los planteamientos sobre construcciones de nuevas carreteras atravesando áreas protegidas que solo provocarían la depredación del bosque, por lo tanto se recalca que la medida es urgente.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Alvis, J. 2009. Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayán. *Rev.Bio.Agro* 1 (7), Popayán.
- Antezana, D. A. 2011. El bosque más diverso esta en Wayrapata: un sitio singular por su belleza y particular riqueza de especies. Pp. 46-47 En: Cornejo-Mejía M., P. Jorgensen, M. Macia, I. Loza, A. Fuentes & L. Cayola. *Memorias de los 10 años de investigación botánica realizada en la región Madidi*. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden, La Paz.
- Bascope, F., Jørgesen P. 2005. Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Ecología en Bolivia*, Vol. 40(3): 365-379 p.
- Bussman, R. W. 2003. Los bosques montanos de la Reserva Biológica San Francisco (Zamora- Chinchipe, Ecuador) – zona y regeneración natural. *Lyonia* 3(1): 57-72 p.
- Cabrera, H. 2009. Relación de la diversidad de especies y la distribución vertical y horizontal de los árboles en un bosque montano húmedo del Parque Nacional Madidi. *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 4 (2): 245-263 p.
- Cornejo, M. 2008. Diversidad, estructura y distribución de especies leñosas de un bosque montano pluvial – Comunidad santo Domingo (Prov. Franz Tamayo _ Bolivia). Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 68 p.
- Chaverri-Polini, A. 1998. Las montañas, la diversidad biológica y su conservación. Es necesario mover montañas. *Unasilva* 195(49).
- Del Pino, J.O.; Zamora, R.; Oliet, J.A. 1999. Empleo de diferentes índices de biodiversidad en los modelos basados en Técnicas de Decisión Multicriterio. Departamento de Ingeniería Forestal. Universidad de Córdoba. Consultado en Julio 2012. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/28693286/>
- EIA, 2001. Documentos Ecosistemas Colombianos. Escuela de Ingeniería de Antioquia. Consultado en junio 2010. Disponible en: <http://biologia.eia.edu.co/ecosistemascolombianos/documentos/bosquesmontanos.htm>.
- Fuentes, A. 2005. Una introducción a la vegetación de la región del Madidi. *Ecología en Bolivia* 40 (3): 1–31 p.

-
- Gentry, A. 2001. Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. Pp. 85-123. En: Kappelle, M. & A. D. Brown (eds.) Bosques Nublados del Neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia.
- Halfpeter, G. 2000. Medir la Biodiversidad. Pp. 1-10. En: Piera M., J. Morrone & A. Melic (eds.) Hacia un proyecto CITED para el inventario y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000 (Vol. 1), Zaragoza.
- Halfpeter, G. & C. Moreno. 2005. Significado biológico de las diversidades Alfa, Beta y Gamma. Pp. 5-18. En: Halfpeter G., J. Soberón, P. Koleff & A. Meliá (eds.). 2005. Sobre Diversidad Biológica: El significado de las Diversidades Alfa, Beta y Gamma. Vol.4. SEA, CONABIO, Grupo DIVERSITAS & CONACYT, Zaragoza - España.
- Ibisch, P. L. y G. Mérida (eds.). 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible, Editorial FAN, Santa Cruz. 638 p.
- Jørgensen, P., F. Zenteno, I. Loza, S. Beck, A. Fuentes, R. Seidel, L. Cayola, T. Miranda, A. Poma & H. Cabrera. 2012. Plantas vasculares de Madidi. Pp. 29-49. En: Salinas, E. & R. B. Wallace (eds.) Conocimientos científicos y prioridades de investigación en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz, Bolivia.
- Kappelle, M, D. Brown A. 2001. Bosques nublados del neotrópico. 1 Ed.: Instituto nacional de Biodiversidad INBio. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica 704 p.
- Keneth, R. & N. Valencia. 1992. Biogeografía, ecología y conservación del bosque montano en el Perú. Memorias del Museo de Historia Natural N° 21. Lima, Perú. Pag. 227
- Kessler, M. y S. Beck. 2001. Bolivia. pp. 581-622. En: Kappelle M. & A D. Brown. (eds.) Bosques Nublados del Neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia.
- Killeen, T., E. García & S. Beck. 1993. Guía de Árboles de Bolivia. Ed. Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden. Ed. Quipus. La Paz, Bolivia. 958 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura de los trópicos. Trad. Antonio Carrillo. GTZ. Eschborn, Alemania. 335 p.

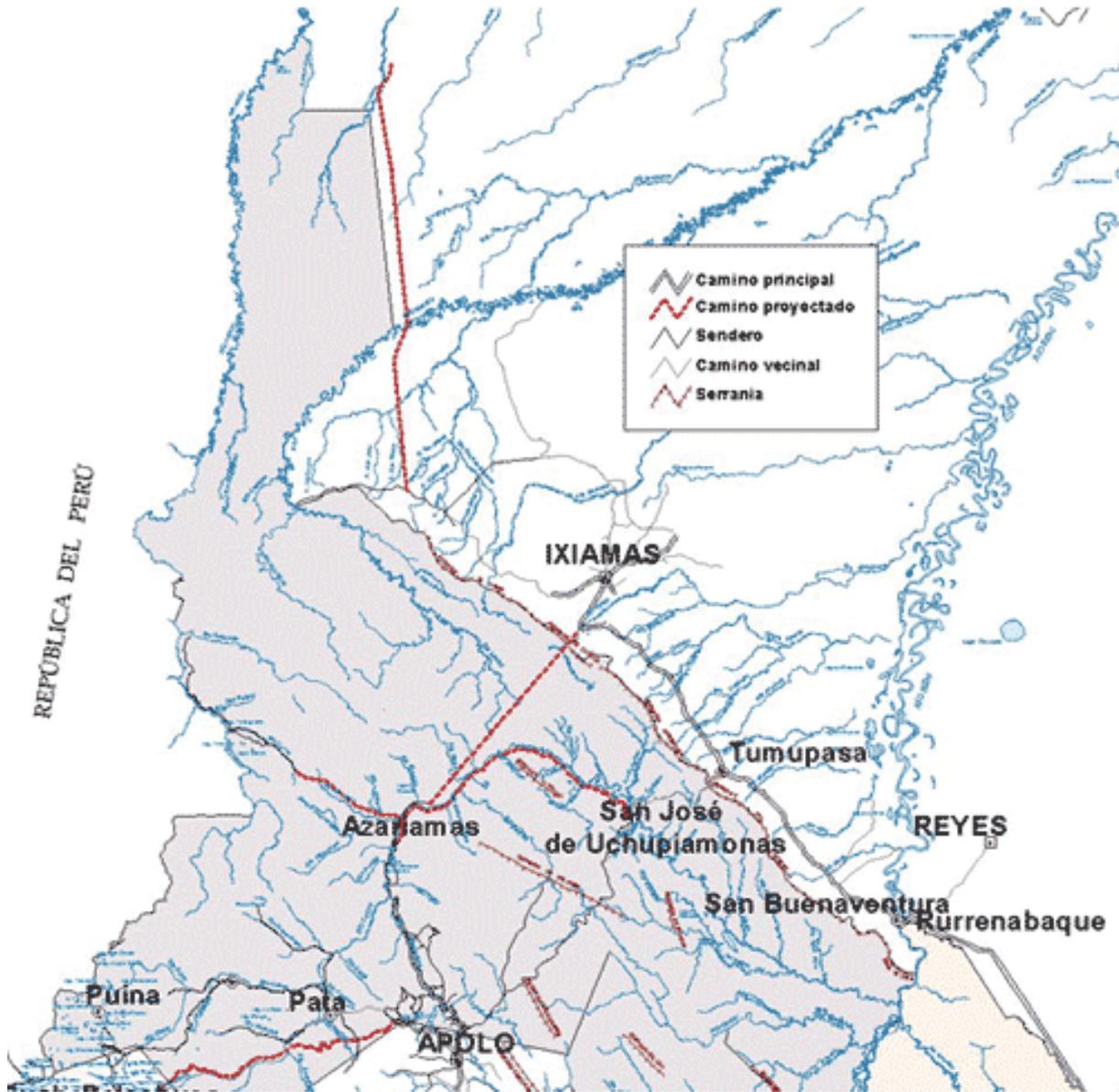
-
- Loza, I. 2008. Relación entre la composición florística con factores edáficos en un bosque montano pluviestacional húmedo (Parque nacional Madidi, La Paz – Bolivia). Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Andres, La Paz. 68 p.
- Marcano, E.J. 2008 Matices de verde: los bosques del mundo [En línea]. República Dominicana. Educación Ambiental. Nociones de ecología. (Fecha de consulta: 19 de diciembre 2010). Disponible en: <http://jemarcano.tripod.com/tipos/index.html>
- Mendoza, H. & B. Ramírez. 2006. Guía ilustrada de géneros de Melastomataceae y Memecylaceae de Colombia. Instituto de Investigación de recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Universidad del Cauca. Bogotá D. C., Colombia. Pag. 15-62.
- Montanbault, J. R. 2002. Informe de la evaluaciones biológicas Pampas del Heath, Perú Alto Madidi, Bolivia y Pando. RAP Bulletin of Biological Assessment 24: 19-32.
- Mostacedo, T., Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en Ecología Vegetal. BOLFOP. Santa Cruz, Bolivia
- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol.1. Zaragoza, España. 84 p.
- Müller, R., S. Beck & R. Lara. 2002. Vegetación potencial de los bosques de Yungas en Bolivia, basado en datos climáticos. Ecología en Bolivia 37 (2): 5–14.
- Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. Revista Boliviana de Ecología 2: 3-37 p.
- Navarro, G. 2002. Vegetación y unidades biogeográficas. Geografía ecológica de Bolivia. Fundación Simón I. Patiño. Bolivia. 1-48 y 278-309 p.
- Nebel, G., P. Lars, J. Vanclay, H. Christensen, L. Freitas, J. Ruiz. 2000. Estructura y composición florística del bosque de la llanura aluvial en la Amazonía peruana: I. El bosque alto. Eds. IIAP. Folia Amazónica Vol. 10 (1-2): 91-149 p.
- Pauquet, S. 2005. Diagnóstico del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. Serie de Perfiles de Parques ParksWatch. Disponible en: http://www.parkswatch.org/parkprofiles/pdf/mdnp_spa.pdf
- Ramos, B. Z. 2004. Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: Herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad. Tesis de Magister Scientiae del Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación.

-
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 114 p.
- Seidel, R. 1995. Inventario de los árboles en tres parcelas del bosque primario en la Serranía de Marimonos, Alto Beni. *Ecología en Bolivia* 25: 1-35
- Serrano, M. 2004. Estructura y composición de bosques montanos subtropicales y sus implicaciones para la Conservación y el Manejo de Recursos Forestales en la Serranía de Iñaño, Bolivia. Tesis de magíster Scientiae en Educación para el desarrollo y la Conservación. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Costa Rica. 157 p.
- Silman, M. R., E. J. Ancaya & J. Brinson. 2003. Los bosques de bambú en la Amazonía Occidental. Alto Purús: Biodiversidad, Conservación y Manejo. Department of Biology, Wake Forest University. USA. 63-74 p. Disponible en: <http://www.wfu.edu/~silmanmr/labpage/publications/silman2003.bambubosqe.pdf>
- Stadtmuller, T. 1997. Los bosques nublados tropicales: distribución, características ecológicas e importancia hidrológica. Pag. 47-54. En: Liberman & Baied (editores) *Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña: Manejo de Áreas Frágiles de Los Andes*. Eds.
- Thorsell, J. & J. Paine. 1997. Parques y reservas de montaña en los Andes. *Desarrollo Sostenible de Ecosistemas de Montaña: Manejo de Áreas Frágiles de Los Andes*. Eds. Liberman & Baied. 9-13 p
- Torrez, V. 2008. Estructura y patrones de diversidad vegetal leñosa en relación a topografía y variables edáficas - Sector de bosque seco semideciduo subandino (Río San Juan, Parque Nacional Madidi, Bolivia). Tesis de Licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 195 p
- Tropicos.org. 2012. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org>
- Valerio, J. y C. Salas. 2001. Selección de Prácticas Silviculturales para Bosques Tropicales. Manual Técnico. 2º Edición. BOLFOP, Cobija. 77 p.
- Villarreal, H., M. Álvarez, S. Córdoba, F. Escobar, G. Fagua, F. Gast, F. Mendoza, M. Ospina & A.M. Umaña. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de

- Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia. 236 p.
- Wadsworth, F. 2000. Producción Forestal para América Tropical. Departamento de Agricultura de los EE.UU. Servicio Forestal. Manual de Agricultura 710-S. Washington D.D. 563 p.
- Young, K., B. León. 1988. Vegetación de la Zona Alta del Parque Nacional Rio Abiseo, San Martín. Revista forestal del Perú 15(1): 3-20 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Caminos proyectados en el PN-ANMI Madidi y su zona de influencia. El mapa presenta las dos alternativas consideradas para conectar Azariamas e Ixiamas.



Fuente: WCS, 2004 extraído de Pauquet (2005).

Anexo 2. Detalle de las parcelas (PTM), como ubicación geográfica y área de muestreo

N°	Lugar	Altitud	Latitud	Longitud	Sup. (Ha.)
1	Coranara	2204	14°46'20,36"S	68°59'32,62"W	0.1
2	Coranara	2500	14°46'32,1"S	68°59'20,8"W	0.1
3	Coranara	2570	14°46'54,6"S	68°59'11,1"W	0.1
4	Coranara	2698	14°46'36.5"S	68°59'7,2"W	0.1
5	Santa Ana	2419	14°46'22,5"S	68°57'59,3"W	0.1
6	Santa Ana	2455	14°46'30"S	68°58'13,3"W	0.1
7	Santa Ana	2486	14°46'31,5"S	68°58'31,1"W	0.1
8	Santa Ana	2502	14°45'59,59"S	68°57'59,56"W	0.1
9	Santa Ana	2662	14°46'39,6"S	68°58'34,2"W	0.1

Anexo 3. Medición del diámetro del tronco a 1,30 m, mediante el uso de una varilla.



Fuente: © Proyecto Madidi LPB-MO, Octubre 2010

Anexo 4. Planilla usada en campo en la toma de datos de la flora del lugar.

Nombre parcela: Santa Ana 1.

Planillero: M. Quiñones

Fecha: 15/oct/2010

Pag: 1 / 12

SP	N° seg.	N° col.	Familia	Nombre Científico	Nombre común	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura fuste (m)	*Fenología	observaciones de campo	*cat. Uso	parte útil
1	1	MQG 1			tucu	21	6.5	4	3			
1	2	MQG 2			tallo blanco	3	5		1	tallo blanco		
1	3	MQG 3	Melastomataceae		tiri tiri peludo	5.9	4		4	peluda		
1	4	MQG 4	Clusiaceae	Clusia	waturu	4.1	4		1			
1	5	=MQG 1			tucu	5.2	4		3			
1	6	MQG 5	Podocarpaceae	Podocarpus	pino de monte	14.2	6	4	4			
1	7	MQG 6			monte calvario	11.9	8	6	1			
1	8	=MQG 6			monte calvario	3.4	5		1			
1	9	MQG 7	Melastomataceae		tiri tiri glabra	2.5	4		1			
1	10	MQG 8			doble margen	5.8	3.5		1	paquidodroma		
1	11	=MQG 3	Melastomataceae		tiri tiri peludo	2.5	3		1			
1	12	MQG 9			chacapuya	2.7	3		1			
1	13	=MQG 3	Melastomataceae		tiri tiri peludo	3.7	14	8	1			
1	14	=MQG 9			chacapuya	2.1	5.5		1			
1	15	MQG 10			arata	2.7	15	11	1			
1	16	MQG 11			cuatro	2.6	10	8	4			
1	17	=MQG 3	Melastomataceae		tiri tiri peludo	3.3	5		1			
1	18	MQG 12	Melastomataceae		tiri tiri macho	3.8	9	6	2	hoja larga tallo peludo		
1	19	MQG 13			tucu macho	7.7	12	7	1			
1	20	=MQG 10			arata	2.6	5		1			
1	21	MQG 14	Melastomataceae	Miconia	tiri menudo	3.1	10	8	1			
2	22	=MQG 11			cuatro	3.7	5.5		4			

SP= subparcela; N°seg= número seguido; N° col= número de colecta; DAP=diámetro altura pecho

*Fenología.- (1) estéril, (2) botón, (3) flor, (4) fruto inmaduro, (5) fruto maduro, (6) fruto viejo, (7) semilla, (8) árbol sin hojas, (9) agallas o enfermedades

**Cat.uso.-(A) alimentación humana, (B) maderas y fibras/construcción,(C) herramientas para caza y pesca, (D) herramientas y utensilios de uso domestico,(E) medicinales, (F) culturales,(G) combustibles y (H) otros.

Fuente: © Proyecto Madidi LPB-MO

ANEXO 5. Fotografías de las diez especies ecológicamente más importantes registradas en la región suroeste del Parque Nacional Madidi.

Hedyosmum angustifolium



Gaultheria reticulata



Myrsine coriácea



Podocarpus ingensis



Styrax pentladianus



Saurauia spectabilis

