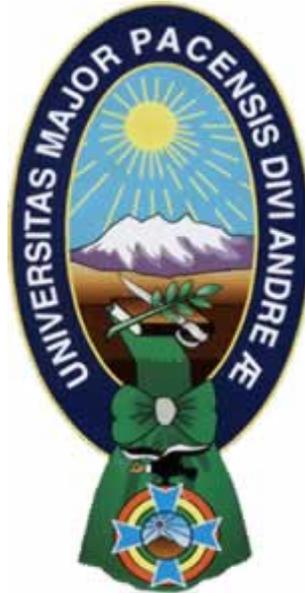


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ÁNDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL
BOSQUE SECO DECIDUO SUBANDINO EN EL PARQUE
NACIONAL Y ÁREA NATURAL DE MANEJO INTEGRADO
MADIDI, LA PAZ–BOLIVIA**

ÁNGEL TITO FERNÁNDEZ CHOQUE

La Paz – Bolivia

2008

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ÁNDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DEL BOSQUE SECO DECIDUO
SUBANDINO EN EL PARQUE NACIONAL Y ÁREA NATURAL DE MANEJO
INTEGRADO MADIDI, LA PAZ – BOLIVIA**

Tesis de Grado presentado como requisito
parcial para optar el título de
Ingeniero Agrónomo

ÁNGEL TITO FERNÁNDEZ CHOQUE

TUTOR:

Ing. Alejandro Araujo Murakami

ASESORES:

Ing. Leslie Cayola Pérez

Ing. Luís Goitia Arze

TRIBUNAL REVISOR:

Dr. Abul Kalam Kurban

M. Sc. Ángel Pastrana Albis

Ing. David Callisaya G.

APROBADA

PRESIDENTE TRIBUNAL EXAMINADOR

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
3.1 Bosques del Neotrópico.....	5
3.2 Clasificación de los bosques tropicales.....	6
3.2.1 Bosques secos tropicales.....	7
3.2.2 Bosques secos en Bolivia.....	7
A. Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumano (BT).....	9
B. Provincia Biogeográfica del Cerrado (C).....	9
C. Provincia Biogeográfica del Chaco (Ch).....	9
D. Provincia Biogeográfica de los Yungas (Y).....	9
3.2.3 Provincia Biogeográfica de los Yungas.....	12
3.2.4 Bosque yungueño subandino xérico.....	12
3.2.4.1 Bosque deciduo.....	13
3.2.4.2 Bosque semideciduo.....	13
3.3 Sombras de lluvia.....	15
3.4 Composición florística y estructura.....	16
3.4.1 Composición florística.....	16
3.4.2 Estructura.....	16
a) Estructura horizontal.....	17
b) Estructura vertical.....	17

3.4.3	Diversidad biológica.....	18
3.5	Suelos tropicales.....	19
3.6	Áreas protegidas.....	19
3.6.1	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi (PN y ANMI-Madidi).....	22
3.6.2	Destrucción de los bosques en el PN y ANMI Madidi.....	25
3.7	Investigación no experimental.....	25
3.8	Parcelas temporales de muestreo PTM de (0.1 ha).....	26
4.	LOCALIZACIÓN	27
4.1	Ubicación geográfica.....	27
4.2	Clima.....	28
4.3	Vegetación.....	29
4.4	Fisiográfica, geología y suelos.....	30
4.5	Hidrología.....	32
5.	MATERIALES Y MÉTODO	33
5.1	Materiales.....	33
5.1.1	Materiales de campo.....	33
5.1.2	Materiales de gabinete.....	33
5.2	Métodos.....	34
5.2.1	Selección del sitio de estudio.....	34
5.2.2	Instalación de las parcelas de muestreo (PTM).....	34
5.2.3	Levantamiento de datos dentro parcelas de muestreo.....	36
	a) Diámetro de fuste o diámetro a la altura del pecho (DAP).....	36
	b) La altura total.....	38
	c) La altura del fuste.....	38
	d) Datos fenológicos.....	38
5.2.4	Datos taxonómicos, colecta de especímenes botánicos.....	39
5.2.5	Identificación taxonómica.....	39
5.3	Procesamiento de datos.....	40
5.4	Evaluación de la similitud y diversidad.....	40
5.4.1	Diversidad florística y riqueza.....	40
5.4.2	Índice de similitud Sørensen.....	40
5.4.3	Índice de diversidad Shannon-Wiener (H).....	41

5.5	Evaluación de la composición florística.....	42
5.6	Evaluación de la importancia ecológica.....	45
5.7	Evaluación de la estructura y dinámica del bosque.....	46
5.8	Análisis sobre el uso tradicional.....	46
6.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	47
6.1	Determinación del área mínima de muestreo (Curva Área - Especie).....	47
6.2	Variabilidad y similitud florística del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.....	49
6.2.1	Índice de Sørensen.....	49
6.3	Composición florística del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.....	53
6.3.1	Diversidad florística del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.....	53
6.3.1.1	Índice de diversidad (H) de Shannon-Wiener.....	55
6.3.2	Importancia ecológica de las especies y familias del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.....	56
6.3.2.1	Abundancia.....	56
6.3.2.2	Dominancia o área basal.....	59
6.3.2.3	Frecuencia.....	62
6.3.2.4	Diversidad familiar.....	65
6.3.3	Importancia ecológica en el bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas.....	67
6.3.3.1	Índice de Valor de Importancia por especie (IVI).....	68
6.3.3.2	Índice de valor de importancia por familia (IVIF).....	70
6.4	Estructura del bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas.....	72
6.4.1	Estructura vertical.....	72
6.4.2	Estructura horizontal.....	78
6.5	Especies con uso actual en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.....	81
6.5.1	Alimentación.....	81
6.5.2	Construcción.....	82

6.5.3	Combustible.....	82
6.5.4	Utensilios de uso doméstico.....	83
6.5.5	Herramientas de caza y pesca.....	83
6.5.6	Medicinal.....	83
6.5.7	Cultural.....	84
7.	CONCLUSIONES	86
8.	RECOMENDACIONES	89
9.	BIBLIOGRAFÍA	91
10.	ANEXOS	103

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Análisis de suelos efectuados en las 20 parcelas a una profundidad de 40 cm, donde se muestran sus características químicas y físicas del sector de Azariamas.....	31
Cuadro 2. Clases de frecuencia de acuerdo al porcentaje.....	43
Cuadro 3. Similitud florística en función del Índice Sørensen entre las 20 parcelas en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas (Los Valores en la diagonal corresponden al número de especies por parcela, por arriba el índice de Sørensen en porcentaje y por debajo el número de especies comunes entre parcelas).....	51
Cuadro 4. Similitud entre sectores en función al Índice de Sørensen en el bosque seco subandino del Madidi. A lo largo de la diagonal se encuentra el número de especies, por debajo el número de especies en común y por arriba el Índice de Sørensen.....	52
Cuadro 5. Comparación de diversidad entre el presente estudio y otros que utilizaron la misma metodología.....	54
Cuadro 6. Comparación de diversidad (H) entre el presente estudio y otros que emplearon la misma metodología en diferentes sectores del bosque seco del Madidi.....	55
Cuadro 7. Las diez especies dominantes del bosque seco deciduo del PN y ANMI Madidi.....	60
Cuadro 8. Las diez familias con mayor dominancia en el bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas.....	60
Cuadro 9. Las 10 especies más frecuentes en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.....	64
Cuadro 10. Las 10 familias más frecuentes en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.....	64
Cuadro 11. Las 20 especies más importantes en 2 ha del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas PN y ANMI Madidi.....	69

Cuadro 12. Las 20 familias más importantes en 2 ha del bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas PN y ANMI Madidi.....	71
Cuadro 13. Contrastes estructurales entre bosques.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Distribución de los bosques Neotropicales.....	6
Figura 2 Zonificación biogeográfica de los yungas de la amazonia (Acre y Madre de Dios) en Bolivia.....	11
Figura 3 Vista panorámica del bosque seco deciduo subandino en las proximidades del sector de Azariamas en diferentes meses A) Diciembre, B) Abril y C) Julio.....	14
Figura 4 La topografía obliga a la masa de aire a ascender, condensando el vapor de agua y dando lugar a lluvias. A sotavento el aire ya seco desciende rápidamente aumentando la presión atmosférica y la temperatura. La cantidad de lluvia que cae en las laderas a barlovento contrasta con las de sotavento.....	16
Figura 5 Áreas protegidas de Bolivia.....	21
Figura 6 Mapa de ubicación de áreas protegidas: Apolobamba, Madidi y Pilón Lajas.....	23
Figura 7 Mapa de ubicación de las 20 Parcelas Temporales de Muestreo (PTM) en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi (ANMI Madidi).....	27
Figura 8 Climadiagrama de la región de Apolo.....	28
Figura 9 Croquis de la Parcela Temporal de Muestreo (PTM).....	35
Figura 10 Instalación de la Parcela Temporal de Muestreo (PTM).....	35
Figura 11 Corrección de la distancia entre dos puntos en pendiente.....	36
Figura 12 Toma de la medida del Diámetro Altura Pecho (DAP).....	37
Figura 13 Métodos para medir el (DAP).....	37
Figura 14 Altura total y fuste.....	38
Figura 15 Procesamiento en campo de los especímenes A) Colecta de especímenes, B) Prensado, C) secado.....	39

Figura 16	Curva área vs. Especie. Riqueza florística en 2 ha de bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas. La curva proporciona la información del incremento de las especies en las diferentes unidades de muestreo.....	47
Figura 17	Especies más abundantes del bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas.....	56
Figura 18	Familias más abundantes en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.....	57
Figura 19	Diagrama de distribución de frecuencias de especies en el bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas. El número sobre las barras representa el número de especies.....	63
Figura 20	Diversidad de familias en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.....	66
Figura 21	Representación de la estructura vertical en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas. El histograma muestra la abundancia de los individuos según la clase diamétrica y la línea muestra la distribución del área basal según las clases diamétricas.....	74
Figura 22	Representación de los estratos del bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas. El histograma muestra la abundancia de los individuos según los estratos y la línea muestra la distribución del área basal según los estratos.....	75
Figura 23	Representación de la estructura horizontal en el bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas. El histograma muestra la distribución del área basal según las clases diamétricas y la línea muestra la abundancia según la clase diamétrica.....	80

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1.** Planilla de campo para la toma de datos en PTM.
- Anexo 2.** Datos principales de las PTM en el bosque seco semidecídúo del sector de Azariamas.
- Anexo 3.** Ubicación del bosque seco y otras regiones en estudio en comparación con el presente estudio.
- Anexo 4.** Mapa de vegetación de la región de estudio, incluyendo las áreas protegidas de Apolobamba (ANMI), Madidi (PN y ANMI), Pílon Lajas (PN) y Cotapata (PN), así como las zonas de colonización de los Yungas y el Alto Beni del Departamento de La Paz; se presenta también el uso de suelo del año 2001.
- Anexo 5.** Lista completa de las especies con DAP \geq 10 cm.
- Anexo 6.** Lista general de la diversidad de familias.
- Anexo 7.** Lista general de las especies más importantes en 2 ha del bosque seco semidecídúo del sector de Azariamas PN y ANMI Madidi.
- Anexo 8.** Lista general de las familias más importantes en 2 ha del bosque seco semidecídúo del sector de Azariamas PN y ANMI Madidi.
- Anexo 9.** Categorías de uso.
- Anexo 10.** Especies maderables presentes en los bosques secos andinos de Madidi.

RESUMEN

Se realizó un estudio cuali-cuantitativo de la estructura y composición florística del bosque seco deciduo subandino en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. El sector de Azariamas se encuentra distante a 70.20 Km de la localidad de Apolo el cual se localiza al Norte del Departamento de La Paz y con un rango altitudinal de 720 a 1170 m, el área de estudio esta situada aproximadamente entre los paralelos 14°16' de latitud Sur y 68°32' de longitud Oeste.

Se instalaron 20 parcelas temporales de muestreo tipo Gentry modificado de 50 × 20 m dando un área de 0.1ha y con DAP mínimo de $\geq 2,5$ cm. Las 20 parcelas se encuentran en diferentes rangos altitudinales y situaciones topográficas. Se inventariaron y posteriormente analizaron 9.047 tallos que conforman de 6.431 individuos distribuidos en 110 especies, 85 géneros y 44 familias. Los resultados fueron analizados en base abundancia, frecuencia, dominancia e índices de valor de importancia (IVI) para especies y familias, así mismo se empleo el índice de similitud de Sørensen y de Shannon Wiener.

El Índice de Sørensen muestra valores superiores al 50% e inferiores a 82% en más del 90% en todas las combinaciones, lo que supone que existen muchas especies en común. Esta alta similitud es debido a que la zona de estudio es el núcleo de bosque seco de la Región de Madidi, un área de características similares en cuanto a suelo, drenaje, clima y humedad, este bosque es similar y representa una sola unidad de vegetación. El Índice de Shannon Wiener de 3,78 indica una baja diversidad mostrando que en este bosque existe un alto número de individuos y pocas especies.

Las especies de mayor importancia ecológica en base al IVI fueron: *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Anadenanthera colubrina*, *Oxandra espiñana*, *Ximenia americana*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Machaerium scleroxylon*, *Lonchocarpus obtusus*, *Holocalyx balansae*, *Opuntia brasiliensis*; las familias con mayor IVI fueron Fabaceae, Meliaceae, Capparaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae,

Ulmaceae, Annonaceae, Myrtaceae y Bignoniaceae. La familia mas diversa es Fabaceae con 20 especies seguidas de lejos por Myrtaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae y Nyctaginaceae, estas ultimas cinco familias no superan las ocho especies. Predominan las especies típicas de bosque seco mostrando una similitud florística con otros bosques secos del arco pleistoceno.

Estructuralmente este bosque presenta tres estratos. En el sotobosque arbustivo, se encuentra a *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Astrocasia jacobinensis*, *Oxandra espintana* y *Capparis coimbrana*. El sotobosque arbóreo esta representado por *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Oxandra espintana*, *Lonchocarpus obtusus* y *Machaerium scleroxylon*. En el dosel se encuentran *Anadenanthera colubrina*, *Oxandra espintana*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Machaerium scleroxylon* y *Celtis loxensis*.

Los árboles emergentes fueron individuos de *Anadenanthera colubrina* y *Ceiba speciosa*. El área basal fue de 26,235 m²/ha, con un promedio de 2,62 m²/0,1ha. Este bosque tiene un patrón conocido de un a "J" invertida donde la dinámica del bosque sigue un curso natural no intervenido por el hombre.

Los usos para las especies del bosque seco deciduo se encuentran en ocho categorías: alimentación humana, maderas y fibras/construcción, caza y pesca, herramientas y utensilios, medicinales, culturales, se emplean un amplio rango de especies leñosas como combustibles y otros.

ABSTRACT

It has been done a qualitative and quantitative study of the structure and floristic composition of the deciduous sub-andean dry forest in the Madidi National Park. The Azariamas region is 70.20 km away from Apolo in the north of the department of La Paz, and with an altitude range of 720 to 1170 m, the study area is located at around 14°16' S and 68°32' W.

20 temporary Gentry modified dataset sampling plots of 50 x 20 m were installed, giving a total of 0.1 ha and with a minimum DBH of 2.50 cm. The 20 plots are found in different altitude range and topographic situation. 9407 stems from 6431 individuals of 110 species, 85 genera and 44 families were inventoried and studied. The results were analyzed in abundance, frequency, dominance and importance value index (IVI) for species and families, also the similarity was calculated with the Sørensen and the Shannon Wiener index.

The Sørensen index shows values above 50% and inferiors to 82% in more of the 90% of all combinations, which shows that there's a lot of common species. This high similitude is because the study area is in the core of the dry forest in the Madidi region, an area with similar characteristics in soil, drainage, weather and humidity. This forest is similar and represents a unique vegetation unity. The Shannon Wiener index of 3.78 shows a low diversity showing that in this forest there's a high number of individuals but few species.

The species with a higher ecological importance by the IVI were: *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Anadenanthera colubrina*, *Oxandra espintana*, *Ximения americana*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Machaerium scleroxylon*, *Lonchocarpus obtusus*, *Holocalyx balansae*, *Opuntia brasiliensis*; the families with more IVI were Fabaceae, Meliaceae, Capparaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Ulmaceae, Annonaceae, Myrtaceae and Bignoniaceae. The most diverse family is Fabaceae with 20 species followed by far by Myrtaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Bignoniaceae and Nyctaginaceae. These last five families don't surpass eight

species. Typical dry forest species dominate the area, showing a floristic similitude with other dry forest in the Pleistocene arch.

The structure of this forest presents three layers. In the bushy understory, *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Astrocasia jacobinensis*, *Oxandra espintana* and *Capparis coimbrana* can be found. The arboreal understory is represented by *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Oxandra espintana*, *Lonchocarpus obtusus* and *Machaerium scleroxylon*. In the canopy, *Anadenanthera colubrina*, *Oxandra espintana*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Machaerium scleroxylon* and *Celtis loxensis* can be found.

The emerging trees were *Anadenanthera colubrina* and *Ceiba speciosa* individuals. The basal area was 26,235 m²/ha, with an average of 2.62 m²/0.1ha. This forest has a pattern known as an inverted “J”, where the dynamics of the forest continue a natural course not taken part by the man.

The uses for the deciduous dry forest species are to be found in eight categories: human alimentation, wood and fiber for construction, hunt and fishing, tools, medicines, cultural, a wide range of woody species as fuels and others.

1. INTRODUCCION

El estudio de los bosques neotropicales despierta gran interés, por sus características: ecológicas, florísticas y la importancia de sus recursos genéticos (Morales, 1990; Mostacedo & Fredericksen, 2000). La única posibilidad de conocer más, sobre esos recursos es a través de un mejor conocimiento de su vegetación, estudiando los bosques e identificando las especies vegetales existentes.

Actualmente, la posibilidad de evaluar los cambios ecológicos de las diferentes regiones del mundo, está relacionado con el avance logrado por los inventarios florísticos y el desarrollo de la cartografía moderna con base en la teledetección (fotografías aéreas, radar, imágenes satelitales), posibilitando así la evaluación de los espacios naturales del planeta (Killeen *et al.* 1993).

Bolivia como unidad política es un país privilegiado no solo por su gran diversidad cultural, sino también por su exuberante diversidad biológica, producto de su gran heterogeneidad topográfica y de la acumulación gradual de especies como consecuencia de distintos procesos evolutivos, particularmente, el levantamiento final de los Andes que trajo consigo la aparición de ambientes con características que brindaron oportunidades excepcionales para los procesos de especiación y adaptación (Carretero *et al.* 2005).

Por otra parte, los cambios climáticos ocurridos durante el cuaternario afectaron profundamente la composición y estructura de la vegetación de la selva andina, produciéndose inmigraciones repetidas de elementos florísticos provenientes de las regiones templadas de los continentes. En tal sentido Bolivia ha sido definida como un país megadiverso junto con Colombia, Brasil, Ecuador, Perú, India y Madagascar, por citar solo algunos (Charco & Guerrero, 2004).

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi (PN-ANMI Madidi) se encuentra en una región con altos niveles de precipitación, topografía irregular, geología compleja y cambios de clima. Que han llevado al desarrollo de niveles altos de riqueza de especies y hábitats, y en conjunto ha llevado a estimaciones altas de

biodiversidad para la región (Dinerstein *et al.* 1995; Mihotek, 1996 y Davis *et al.* 1997). Según Lamprecht (1990), las grandes diferencias de clima y de suelos que existen en las latitudes bajas, originan una multitud extraordinaria de tipos de bosques, entre ellas los llamados bosques secos en sombra de lluvia.

Kessler & Beck, (2001), indican que los bosques secos del Norte de Bolivia, dentro el PN y ANMI Madidi, albergan una diversidad de especies leñosas que supera el promedio de los bosques secos neotropicales. Siendo probable que sea la mayor extensión de bosque seco primario en los Andes.

Para el estudio florístico de los bosques tropicales se vienen realizando inventarios florísticos utilizando diferentes métodos, como la instalación de parcelas permanentes de muestreo (PPM) de una hectárea donde se evalúan los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) ≥ 10 cm como los de (Boom, 1987; Seidel, 1995; Vargas, 1996; Calzadilla, 2004; Cayola *et al.* 2005). Además se han realizado inventarios para analizar las plantas leñosas incluyendo las del sotobosque, (DAP ≥ 2.5 cm), empleando los criterios de los transectos tipo Gentry de 2 x 500 m., modificado a parcelas de 20 x 50 m formando una superficie de 0.1 ha (Fuentes *et al.* 2004; Araujo-Murakami *et al.* 2005; Choque, 2007).

Su empleo permite un mejor estudio de los bosques tropicales (Phillips *et al.* 2003). Los estudios que documentan la estructura y diversidad de los bosques secos en el norte de Bolivia son escasos. Algunos de los estudios previos sobre la estructura y composición florística e importancia de estos bosques fueron los realizados por Fuentes *et al.* (2004); Cayola *et al.* (2005) y Choque (2007), en la región del valle del Tuichi.

A pesar de ello se conocen muy pocos trabajos que se refieran a la riqueza e importancia de este tipo de bosques. Es así, que, el proyecto “Inventario Florístico de la Región Madidi” viene realizando el inventario de la flora del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi y alrededores, donde el trabajo de tesis de diferentes estudiantes de las carreras de Agronomía y Biología de la Universidad

Mayor de San Andrés es apoyado, siendo el presente trabajo parte de dicho inventario.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Evaluar la estructura y composición florística del bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi.

2.2 Objetivos específicos

- Evaluar la diversidad florística en el área de estudio.
- Analizar la similitud y variabilidad florística del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.
- Determinar la abundancia, dominancia, frecuencia e importancia ecológica de las especies y familias presentes en el sector de estudio.
- Analizar la estructura horizontal y vertical del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.

3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

3.1 Bosques del Neotrópico

Los bosques del Neotrópico comprenden un espacio vital sumamente diverso pues abarca la mayor parte de Sur América y toda América central (Figura 1). Se extiende desde el extremo sur de los Estados Unidos (limite entre el reino vegetal holártico con el neotrópico), hasta abarcar las zonas tropicales sumamente ricas en especies, áridos desiertos sin vegetación llegando hasta las costas marinas y cordilleras cubiertas de glaciares que ascienden hasta casi 7.000 m (Borsdorf *et al.* 2006).

Esta complejidad de formaciones y la evolución de la vegetación esta influenciada por tres eventos muy importantes: el surgimiento de la cordillera de los Andes que dio origen a las grandes cuencas hidrográficas modernas, el intercambio biótico con Norteamérica luego de la formación del istmo centroamericano que fraccionó la biota de las tierras bajas en dos dominios:

Un dominio cisandino (bosques húmedos amazónicos) y un dominio transandino (bosques húmedos del Chocó y Centroamérica), finalmente las fluctuaciones climáticas de la época geológica del Pleistoceno, que relacionadas con la oscilación del eje terrestre causaron una serie de fluctuaciones sucesivas en los patrones de precipitación y temperatura a escala continental (Scatena, 2002).

Los cálidos valles amazónicos, las altas y frías montañas, el bosque atlántico brasileño y los bosques secos de Mezoamérica albergan algunos de los ecosistemas más ricos del mundo. Por otra parte la vegetación árida y semiárida se presenta en las zonas montañosas que van del sur de Ecuador a Chile, en el Norte de Colombia, Venezuela, Argentina y el nordeste brasileño Paraguay y Bolivia, así mismo las tres ultimas naciones comparten uno de los más importantes humedales continentales del mundo, incluyendo 400.000 Km² de pântanos (el pantanal y el chaco), renombrados por su diversidad.



Figura 1. Distribución de los bosques Neotropicales.

3.2 Clasificación de los bosques tropicales

Las grandes diferencias de clima y suelos que existen en las latitudes bajas, originan una multitud extraordinaria de tipos de bosques, según su composición, estructura y valor económico. A continuación se presentan las principales formaciones de bosques y con más extensa distribución según la FAO/CATIE, (2001), en una reciente clasificación de los bosques para América del Sur.

- Bosque pluvial tropical
- Bosque decíduo húmedo tropical
- Arbustos tropicales
- Sistemas montañosos tropicales
- Bosque húmedo subtropical
- Bosque seco tropical
- Estepa subtropical
- Sistemas montañosos subtropicales
- Bosque oceánico templado
- Sistemas montañosos templados

Los mismos autores señalan que estas zonas ecológicas están basadas en una clasificación estandarizada mundialmente, elaborada a partir de mapas de vegetación potencial en los ámbitos nacional y regional, datos climáticos e imágenes satelitales.

3.2.1 Bosques secos tropicales

Los bosques secos son ecosistemas en donde la mayoría de las especies arbóreas pierden el 75% de follaje o más y unas pocas especies de arbustos y hierbas permanecen con follaje y se diferencian de los bosques siempre verdes por contener 40-100 % de especies leñosas deciduas, las cuales usualmente pierden su follaje más o menos simultáneamente en la temporada más acentuada de la época seca y/o invernal (Medina, 1993; Bullock *et al.* 1995; Lamprecht, 1990).

Aunque mundialmente los bosques secos (deciduos y semideciduos) cubren un área más grande que los bosques tropicales siempre verdes (Moraes & Beck, 1992; Ribera *et al.* 1996; Navarro *et al.* 1996; Kessler & Helme, 1999) y representan el tercer grupo de formaciones selváticas después de los bosques húmedos siempre verdes y los bosques húmedos zonales en las bajas latitudes (Huek, 1978).

Estos bosques tropicales se encuentran a ambos lados de la línea ecuatorial, en zonas donde la evapotranspiración potencial sobrepasa a la precipitación, sobre todo a continuación del cinturón de bosques húmedos deciduos y se extienden hasta las regiones áridas que limita el bosque donde es sustituido por sabanas de arbustos espinosos, matorrales suculentos y semidesiertos (Sarmiento, 1975).

Existen dos subdivisiones marcadas de los bosques secos neotropicales basados en su altitud y topografía: los bosques de tierra baja que se presentan desde el nivel del mar hasta los 800 m, distribuidos por todo el trópico y están esparcidos particularmente al Oeste de centro América, noroeste y Sudcentro de Sudamérica.

Los bosques secos interandinos que se encuentran desde los 500 m., hasta los 2.500 m de altitud, que son reducidos y aislados, encontrándose en pocos sectores a través de los Andes como “islas” de bosque, principalmente debido al fenómeno de valles

con sombra (vestigial) de lluvia (Troll, 1952 y Prado & Gibas, 1993). Correspondientemente muestran una alta variabilidad de rangos de altitud y valores de precipitación, con lo que con esta variación se ve muchos tipos de bosques secos, que van desde bosques bajos espinosos en sitios elevados secos, hasta bosques semidecíduos altos en lugares mas húmedos (Navarro, 1997; Bach *et al.* 1999).

Kessler & Helme (1999), indican que existen áreas extensas en Centroamérica y México y en América del Sur en Bolivia, Paraguay y Brasil. Se encuentran áreas representativas menos extensas hacia el Caribe en Venezuela y Colombia, y hacia el Océano Pacífico en Ecuador y el norte del Perú y en áreas pequeñas y aisladas en los valles interandinos de Colombia, Ecuador y Bolivia (Lamprecht, 1990), formando una franja que se extiende desde Venezuela hasta Argentina.

Los bosques secos no siempre son caducifolios y no todos los bosques caducifolios son bosques secos. La característica de sequedad esta influenciada por diversos factores entre los que destacan el clima y el suelo, independientemente de la caducidad de las hojas (Murphy & Lugo, 1995). Su ocurrencia está determinada por ciclos climáticos anuales con dos a ocho meses de sequedad marcada (Vareschi, 1980; Bullock *et al.* 1995), usualmente con una precipitación media anual de menos de 1.600 mm (Gentry, 1995b).

3.2.2 Bosques secos en Bolivia

Según Navarro & Maldonado (2005), en Bolivia se reconocen los siguientes tipos o variantes de bosques secos por provincias biogeográficas.

A. Provincia Biogeográfica Boliviano-Tucumano (BT)

- BT1** Bosque semiárido inferior interandino del Río Grande
- BT2** Bosque semiárido superior interandino del Río Grande
- BT3** Bosques seco interandino del Río grande
- BT4** Bosque semiárido interandino del Caine
- BT5** Bosque seco superior interandino del Pilcomayo

- BT6** Bosque seco inferior interandino del Pilcomayo
- BT7** Bosque seco Boliviano-Tucumano del subandino inferior
- BT8** Bosque semideciduo Boliviano-Tucumano del subandino superior.

B. Provincia Biogeográfica del Cerrado (C)

- C1** Bosque semideciduo chiquitano Central
- C2** Bosque semideciduo chiquitano Suroriental
- C3** Bosque semideciduo chiquitano Meridional
- C4** Bosque chiquitano semideciduo de Huanchaca
- C5** Bosque chiquitano transicional pluviestacional
- C6** Bosque chiquitano transicional xérico
- C7** Bosque semideciduo, subandino Central transicional, del Cerrado
- C8** Bosque semideciduo, subandino Central inferior, del Cerrado

C. Provincia Biogeográfica del Chaco (Ch)

- Ch1** Bosque chaqueño semiárido medianamente drenado del Pilcomayo
- Ch2** Bosque chaqueño seco medianamente drenado del Pilcomayo

D. Provincia Biogeográfica de los Yungas (Y) (Figura 2)

- Y1** Distrito Biogeográfico de los Yungas de Apolobamba
 - Y1.1** Bosques xéricos subandinos de los yungas de Apolobamba

- Y2** Distrito Biogeográfico de los Yungas de Muñecas
 - Y2.1** Bosques seco subandino de los Yungas de Muñecas

- Y3** Distrito Biogeográfico de los Yungas de Coroico
- Y4** Distrito Biogeográfico de los Yungas de Boopi
 - Y4.1** Bosques xéricos subandinos de los yungas del Boopi

- Y5** Distrito Biogeográfico de los Yungas de Cotacajes
 - Y5.1** Bosque seco subandino de los Yungas del Cotacajes

Y5.2 Bosque semiárido subandino de los Yungas del Cotacajes

Y6 Distrito Biogeográfico de los Yungas de Altamachi y Corani

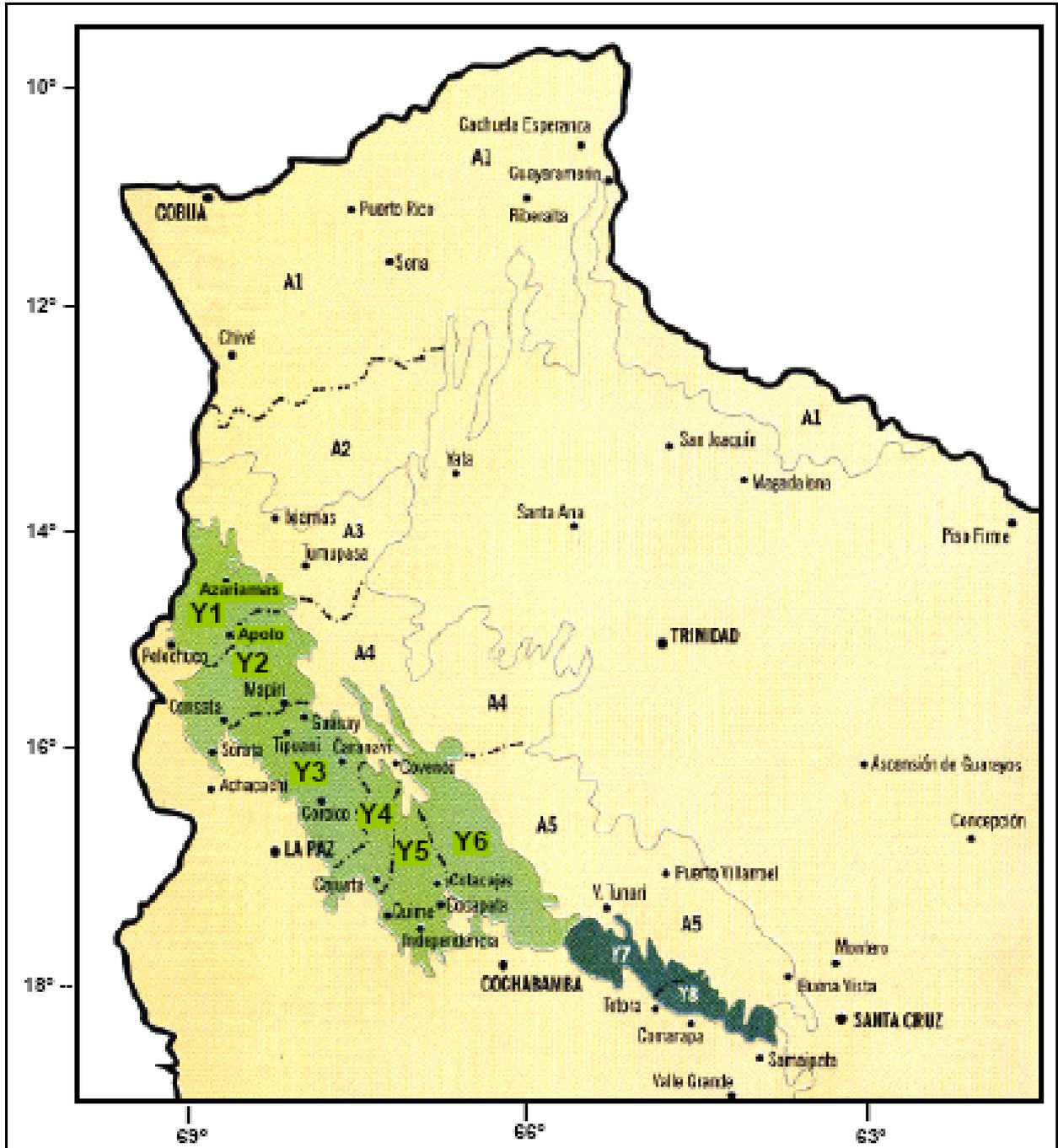


Figura 2. Zonificación biogeográfica de los yungas y la amazonia (Acre y Madre de Dios) en Bolivia.

Fuente: Navarro & Maldonado, 2005.

3.2.3 Provincia Biogeográfica de los Yungas

La Provincia Biogeográfica de los Yungas se extiende 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. Su límite occidental sigue aproximadamente la línea de la divisoria orográfica principal de la Cordillera Oriental de los Andes, contactando con su mayor parte con la Provincia Biogeográfica 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 a 1200 m donde los elementos florísticos andino yungueños y amazónicos se hallan conjuntamente (Navarro & Maldonado, 2005).

Los mismos autores indican que en los yungas la situación se complica aun más, ya que en su zona oriental más bajas existen tipos de vegetación dominados por elementos florísticos con óptimo de distribución actual en la Región Biogeográfica Brasileño-Paranense (Provincia del Cerrado) que se disponen en los valles y laderas Subandinos situados en “sombra de lluvia” orográfica. Esta situación es particularmente común en los Yungas de la cuenca interandina del Río Beni, debido al gran desarrollo horizontal que aquí presenta la faja subandina.

3.2.4 Bosque yungueño subandino xérico

Bosques bajos deciduos situados en el piso Subandino por debajo de los 1.200–1.300 m, en valles con clima xérico. En la Región del Madidi se restringen al valle del Tuichi. Florísticamente es bastante similar al bosque subandino pluviestacional subhúmedo con el cual comparte especies, pero se diferencia por la presencia de cactáceas endémicas de estos valles como *Cleistocactus* spp., *Pereskia weberiana* y *Samaipaticereus inquisivensis* además de arbolitos y arbustos como *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Erythrina amazonica* y *Amyris* sp. (Navarro, 2002).

Las evaluaciones realizadas en el valle del Tuichi muestran un predominio de las familias Fabaceae, Meliaceae y Ulmaceae (Fuentes *et al.* 2004), hecho que difiere con otros bosques secos emparentados florística y estructuralmente como los de la Chiquitanía, en los que las familias dominantes suelen ser Fabaceae, Apocynaceae y Bignoniaceae (Killeen *et al.* 1998).

Las especies dominantes son *Phyllostylon rhamnoides*, *Anadenanthera colubrina*, *Trichilia catigua*, *T. elegans* y *Capparis coimbrana*; las familias más diversas son Fabaceae, Bignoniaceae y Malpighiaceae. Hacia los fondos de valle son frecuentes *Gallesia integrifolia*, *Chrysophyllum gonocarpum* y *Acacia lorentensis* (Fuentes *et al.* 2004).

3.2.4.1 Bosque deciduo

Los bosques deciduos y sus etapas seriales, están ubicadas en altitudes inferiores a 1.200 y 1.300 m, pero en la realidad sobrepasan los límites de altitud, se caracterizan por que más del 75% de sus especies pierden las hojas durante la época seca del año (Navarro & Maldonado, 2005). Su ocurrencia está determinada por ciclos climáticos anuales con dos a ocho meses de sequedad marcada.

Los mismos autores mencionan que estructuralmente, son mesobosques deciduos bajos micrófilos, con dosel denso y bastante homogéneo de unos 12 a 15 m de alto, emergentes de hasta 20 a 25 m, dispersos, sotobosque de arbolitos y árboles bastante denso, epifitos medianamente abundantes y lianas leñosas abundantes.

3.2.4.2 Bosque semideciduo

Según Navarro & Maldonado (2002) el bosque semideciduo presenta vegetación dispersa, con escasos árboles aparasolados de más de 20 m de altura. Entre el 75 y 25% de los elementos florísticos que conforman este tipo de bosque pierden sus hojas en la temporada seca (Figura 3). Este mismo autor indica que los bosques secos semideciduos de los valles interandinos septentrionales se ubican en los departamentos de La Paz y noroeste de Cochabamba pertenecientes a diferentes

series de vegetación en los pisos subandino (500 – 600 m a 1.800 – 2.000 m) y montano (1.800 – 2.000 a 3.000 m) cuya flora representa relictos de otras unidades biogeográficas como de la Provincia Boliviano-Tucumana y del Cerrado.



Figura 3. Vista panorámica del bosque seco deciduo subandino en las proximidades del sector de Azariamas en diferentes meses. A) Diciembre, B) Mayo y C) Agosto.

Este tipo de bosque se caracteriza por la presencia mayoritaria de especies arbóreas, abundantes arbustos y hierbas en temporada lluviosa, sobre laderas con pendientes

moderadas que no superan el 20-30%, en suelos muy pedregosos y altitudes entre 200, 900 m, Aguirre & Peter (2006) a 1.220 msnm. Estructuralmente presenta un dosel de unos 20 a 25 m de alto, el sotobosque arbóreo, de unos 10 a 15 m de alto y el sotobosque arbustivo de 3 a 5 m de alto (Navarro & Maldonado, 2005).

La ecoregión de bosques secos interandinos de Bolivia, se ubica entre las sierras subandinas de la cordillera Oriental, se extiende en una diagonal desde el Norte de La Paz hasta el suroeste de Tarija. Es una región naturalmente muy fragmentada y heterogénea con distintas afinidades biogeográficas y elevado grado de endemismo (Ibisch & Mérida, 2003).

3.3 Sombras de lluvia

La ubicación geográfica y la complejidad topográfica de la región de los Andes generan gran variedad de ambientes físicos y ecosistemas. Los vientos alisios del noreste llevan aire húmedo desde el Atlántico, manteniendo un clima consistentemente húmedo en esta pendiente exterior de los Andes del norte.

Las brisas que soplan tierra adentro, se ven forzadas a ascender súbitamente por las colinas y montañas (barlovento) donde se enfrían con rapidez y pierden de este modo una gran porción de su vapor de agua en la forma de la lluvia, el aire que desciende se calienta y por tanto produce poca o nada de lluvia sobre los lados (sotavento) de colinas o montañas, formando de esta manera las llamadas sombra de lluvia (Vickery, 1991) (Figura 4).

El mismo autor señala que debido a efectos del relieve, es posible tener vegetación de bosque lluvioso sobre el lado de barlovento de una cadena montañosa, en estrecha proximidad a vegetación desértica sobre el lado a sotavento, en áreas donde la dirección del viento muestra poco cambio a través del año.



Figura 4. La topografía obliga a la masa de aire a ascender, condensando el vapor de agua y dando lugar a lluvias. A sotavento el aire ya seco desciende rápidamente aumentando la presión atmosférica y la temperatura. La cantidad de lluvia que cae en las laderas a barlovento contrasta con las de sotavento.

3.4 Composición florística y estructura

Matteucci & Colma (1982), indican que las variables y atributos más importantes de una comunidad vegetal son la estructura, cobertura, abundancia, dominancia, área basal, distribución diamétrica, frecuencia, e índices de valor de importancia ecológica.

3.4.1 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) (Peet, 1974; Prance 1982; citado por Wadsworth, 2000).

3.4.2 Estructura

Se entiende la estructura de la vegetación como el patrón espacial de distribución de las plantas y a la caracterización de una agrupación vegetal de especies leñosas se llega a través de la definición de su ordenamiento vertical y horizontal (Vargas *et al.* 1994).

a) Estructura horizontal: Se entiende por estructura horizontal al arreglo espacial de los organismos, en este caso árboles. Este arreglo no es aleatorio, pero sigue modelos complejos que lo hacen ver como tal. En los bosques este fenómeno está reflejado en la distribución de individuos por clase de diámetro. Algunas especies presentan una distribución de “J” invertida, otras no presentan una tendencia identificable en su distribución debido a sus propias características (Valerio & Salas, 2001).

Para Finegan (1992), la estructura horizontal es la distribución matemática que presenta las variables cuantitativas medidas en el mismo plano principalmente el Diámetro Altura Pecho (DAP) y el área basal (AB), siendo más importante, la distribución del número de árboles por clases diamétricas.

b) Estructura vertical: La estructura vertical está determinada por la distribución de los organismos a lo alto del perfil del bosque. Esa estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microclimáticas, presentes en las diferentes alturas del perfil. Las diferencias en el microclima permiten que especies de diferentes temperamentos se ubiquen en los niveles que satisfagan sus demandas (Valerio & Salas, 2001).

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; señala que es una variable necesaria para estimar el volumen, el crecimiento, para la clasificación de sitios, según la parte del árbol que se vaya a considerar (Loján, 1966, citado por Finegan 1992).

3.4.3 Diversidad biológica

La diversidad biológica se refiere a la variedad y variabilidad de los organismos vivos y de los ecosistemas donde ellos ocurren (Morales, 1990). No debe confundirse la diversidad dentro de un hábitat o comunidad con la diversidad de un paisaje o región que contienen más de un tipo de hábitat.

En las últimas décadas, la determinación de la diversidad biológica de un espacio concreto o por unidad de superficie ha sido motivo de investigaciones detalladas. Los inventarios y los análisis comparativos globales de la vegetación han permitido corroborar la gran diversidad biológica existente en los bosques neotropicales, a medida que se desarrollan estudios, se profundiza en el conocimiento de la flora regional y las estimaciones de los investigadores revelan una riqueza cada vez mayor.

Raven (1976), estimaba en 90.000 el número de especies de plantas de la región neotropical, una cifra aceptada por muchos investigadores incluyendo a Gentry, (1982), quien mediante la compilación de todos los géneros de plantas superiores de la región reportadas en monografías o floras regionales, estimaba la existencia de alrededor de 4.200 géneros y 86.000 especies.

Whittaker (1960), ha descrito tres términos para medir la biodiversidad en escalas espaciales: diversidad alfa, beta y gama. La *diversidad alfa* se refiere a la diversidad dentro de un área o de un ecosistema particular, y es expresada generalmente por el número de especies (es decir, riqueza de especies) en ese ecosistema. Si examinamos el cambio en diversidad de especies entre ecosistemas entonces estamos midiendo la diversidad beta.

La diversidad *beta* es la cuenta del número total de las especies que son únicas a cada uno de los ecosistemas que son comparados, usualmente se mide como la magnitud del cambio de especies. Así, la diversidad beta permite que comparemos diversidad entre los ecosistemas.

La medición de la diversidad Beta esta basada en proporciones o diferencias que pueden ser evaluadas por medio de índices o coeficientes de similitud (Magurran 1988; Moreno 2001; Harrison *et al.* 2004). La *diversidad gamma* es una medida de la diversidad total para los diversos ecosistemas dentro de una región. Hunter (2002); (Harrison *et al.* 2004). definen diversidad gamma como "la diversidad de especies en escala geográfica".

3.5 Suelos tropicales

A pesar de su exuberante vegetación los bosques tropicales, por lo general tienen suelos pobres. La condición sumamente intemperizada de estos suelos indica que la mayoría de los nutrientes originales no son absorbidos por las plantas ya que fueron lixiviados. La continúa absorción y almacenamiento de nutrientes por las plantas asegura que los nutrientes liberados durante la descomposición de la hojarasca solo se mantengan en el suelo por un tiempo corto (Vickery, 1991).

Este mismo autor menciona que la mineralización en condiciones tropicales húmedas se desarrolla con mayor rapidez que en los climas fríos o secos, por lo tanto la cantidad de humus en el suelo depende por un lado de la tasa de mineralización y por otro de la tasa de descomposición y desdoblamiento de la hojarasca.

Según Weischet (1980) citado por Lamprecht (1990), indica que el prolongado periodo sin perturbaciones geomorfológicas, es decir la existencia de suelos de edad avanzada, las temperaturas constantemente altas y el gran volumen de precipitación anual, han conducido a que en las zonas tropicales húmedas se produzca una meteorización intensiva y una lixiviación profunda. Por esta razón, los suelos de los trópicos húmedos, independientemente del contenido de bioelementos de la roca madre, poseen muy escasa fertilidad.

En contraste con los suelos de los bosques secos la meteorización química cede normalmente el paso a la física, a causa de las prolongadas sequías. En general se trata de suelos ferrisialíticos, relativamente ricos en nutrimentos, como consecuencia de una lixiviación frenada (Lamprecht, 1990).

En los bosques secos los suelos leves y arenosos son más favorables para el aprovisionamiento de agua que los sustratos pesados y arcillosos. Cuanto más grandes sean las fracciones del suelo, mayor es la tasa de penetración del agua y la profundidad de humidificación pero la escorrentía superficial es menor. En los sustratos de texturas más fina, la infiltración es frenada y la escorrentía superficial incrementada, por lo cual estos son mas propensos a la compactación. A cambio de

su mayor capacidad de retención hídrica, tienen pérdidas de evaporación más altas, posibilitadas por el rápido ascenso capilar (Lamprecht, 1990).

Debido a las condiciones de sequía que padecen los bosques secos, tropicales son considerados como los más frágiles debido a la lenta capacidad de regeneración y a la persistente amenaza de deforestación por causas naturales o antropogénicas. Asimismo, los bosques secos y suelos están sujetos a incendios forestales de gran magnitud debido a la acumulación de materia orgánica seca sin descomponer (Pinard & Huffman, 1997).

3.6 Áreas protegidas

La ley 1333 de Medio Ambiente (1992), establece que las áreas protegidas son patrimonio del Estado, de interés público y social, debiendo ser administradas según sus categorías, zonificación y reglamentación sobre la base de planes de manejo, con fines de protección y conservación de sus recursos naturales, investigación científica, así como recreación, educación y promoción del turismo ecológico (Artículos 53 y 56 de la Ley y Reglamento de Medio Ambiente) (Figura 5).

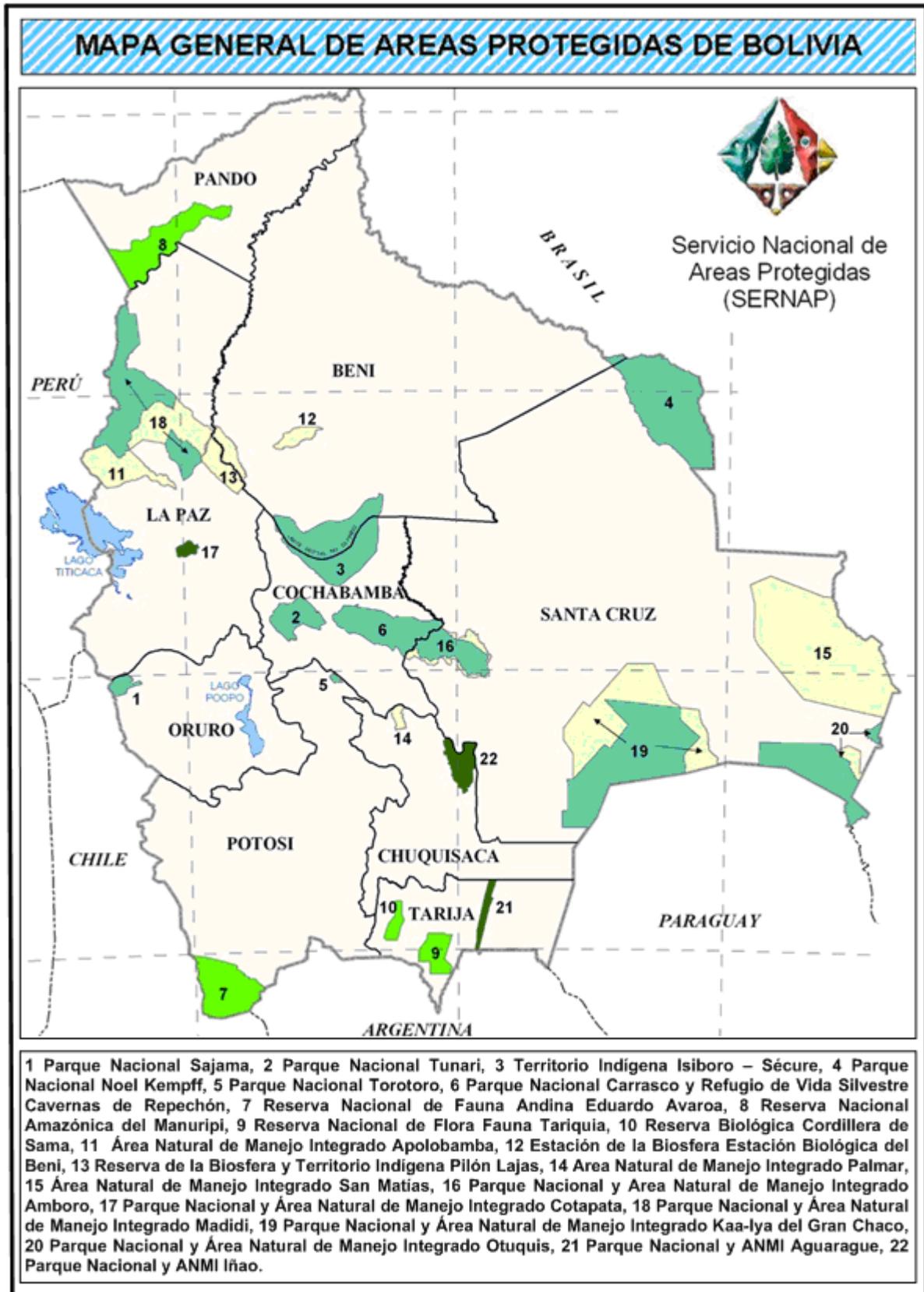


Figura 5. Áreas protegidas de Bolivia.

Fuente: SERNAP 2004

3.6.1 Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi (PN y ANMI-Madidi)

El PN y ANMI Madidi fue legalmente creado el 21 de septiembre de 1995, mediante D.S. 24123 (SNAP, 2001). Es una de las áreas protegida más grandes de Bolivia, cubre unas 1.895,750 ha (18.957 km²), esta ubicada en la región Noroeste del departamento de La Paz, en las Provincias Franz Tamayo, Abel Iturralde y Larecaja (Ergueta & Gómez, 1997). Sus límites son 12°42' - 15°14' de latitud Sur y 67°30' - 69°15' de longitud Oeste (SNAP, 2001). Se encuentra distribuida en un rango altitudinal muy amplio, que va de 200 a 6.000 m de altitud (Figura 6).

Presenta una gran diversidad de ecosistemas: ambientes periglaciares, puna, páramo yungueño, bosque nublado de ceja, bosque húmedo de Yungas, bosque pluvial subandino, bosque seco, bosque muy húmedo de pie de monte, bosque húmedo estacional basal, sabanas de inundación y palmares pantanosos o “aguajales” (Ribera 1995 citado por Beck *et al.* 2003 y Ergueta & Gómez, 1997). Además SNAP (2001), indica que el área comprende una gran diversidad de ambientes fisiográficos, desde las altas cordilleras en la zona de Apolobamba hasta la llanura amazónica del río Heath, incluyendo en el gradiente una diversidad de regiones montañosas y del sistema subandino.

Se encuentra dentro de las provincias fisiográficas de la Cordillera Oriental, provincia Subandina y la Llanura Oriental. La región de los llanos orientales comprende dos unidades: la zona de pie de monte que baja del frente subandino y la zona de llanura amazónica. El paisaje se encuentra formado por serranías, montes o colinas y ríos, las altitudes oscilan entre los 200 hasta los 1.400 m. El pie de monte consta de sistemas de colinas redondeadas del Terciario, que se encuentra a una altitud de 1.000 m en promedio (Foster, 1991; Ergueta & Gómez, 1997).

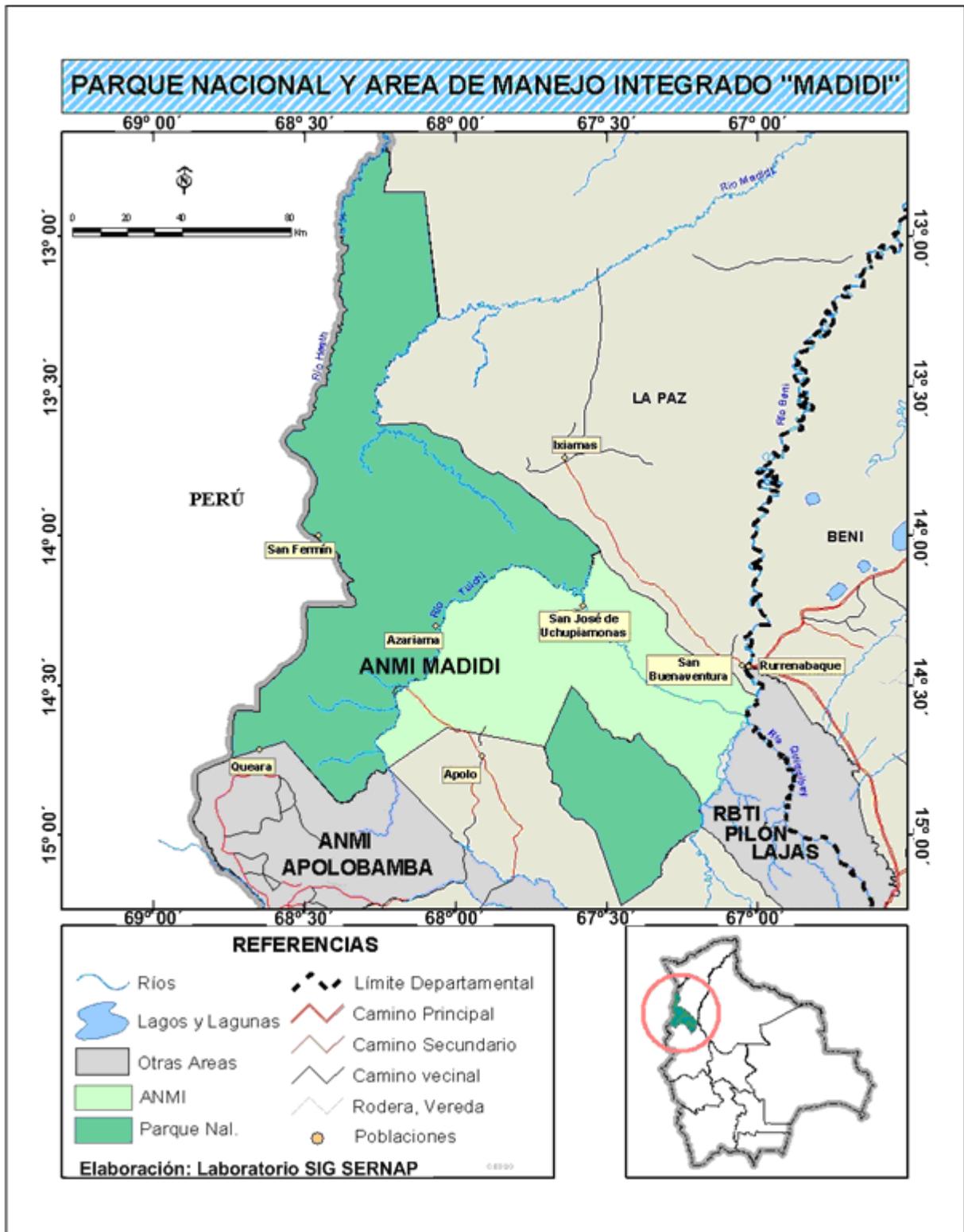


Figura 6. Mapa de ubicación de áreas protegidas: Apolobamba, Madidi y Pilón Lajas.

Fuente: SERNAP 2004.

Geográficamente está situado en la parte noroeste de los Andes y adyacente a la planicie aluvial del norte de Bolivia en el Departamento de La Paz. En esta latitud, los Andes se caracterizan por una serie de picos paralelos con una orientación general noroeste-sudeste y una altura máxima que varía entre 800 y 2.000 m, con valles a 300 – 500 m de altura. El límite occidental del Parque está situado cerca de la Cordillera de Apolobamba, la cual alcanza una altitud de 5000 m (Killeen *et al.* 2005).

La geología, del Madidi se caracteriza por la existencia de rocas del Ordovícico, Devónico y Cretácico, correspondiendo la mayor superficie al Terciario, con predominio de areniscas y conglomerados de arcillita, lutitas y limonitas. La llanura aluvial está formada por depósitos fluviolacustres superficiales del cuaternario, que cubren los sedimentos terciarios del pie de monte. Los sedimentos expuestos corresponden a depósitos de origen oligocénico y reciente (Ergueta & Gómez, 1997), los valles tienen sedimentos terciarios, conglomerados y rocas (Oblitas & Brockmann; 1978 citado por Ergueta & Gómez 1997).

En toda la región de Madidi predominan los depósitos arenosos, corroborando la dominancia de cuarcitas y areniscas en las partes altas. Las colinas y terrazas del Terciario bajo están formadas por rocas arcillosas de color rojizo oscuro, que aflora desde debajo del Cuaternario en las terrazas altas, no inundables (Foster, 1991).

El clima del PN y ANMI Madidi es diverso, pasando de frío (helado) en la zona cordillerana, templado en las tierras intermedias montañosas, hasta cálido en las tierras bajas del norte. La precipitación anual oscila entre los 700 mm en las zonas altas y valles secos, en la llanura estacional se registran valores intermedios (1.800 mm) y en las serranías pluviales del sub-andino se observan niveles extraordinarios de pluviosidad de hasta 5000 mm, (CI, 1991).

Hidrográficamente, el parque está surcado por los ríos Beni, Tuichi, Madidi, Quendeque y Hondo (cuenca del Río Beni) y el Río Heath (cuenca del Río Madre de Dios).

3.6.2 Destrucción de los bosques en el PN y ANMI Madidi

El PN y ANMI Madidi esta sujeto a diferentes amenazas por la actividad humana como es la tala selectiva de árboles, colonización, la construcción de caminos, el proyecto de represas hidroeléctricas del Bala en el río Beni, concesiones mineras e hidrocarburíferas, turismo desordenado, caza y pesca comercial, incendios en el bosque tropical seco y la extracción de productos forestales no maderables (copal incienso) sin manejo adecuado. La ganadería es otra actividad que más impacto tiene sobre la biodiversidad del área, sin tomar en cuenta los poblados (CI, 1991).

3.7 Investigación no experimental

La investigación no experimental, podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables. Es decir, se trata de una investigación donde no hacemos variar en forma intencional las variables independientes o exponer a determinadas circunstancias, en general se observan los fenómenos tal y como se dan en un contexto natural, para después analizarlos (Hernández *et al.* 2003).

Por otra parte Kerlinger (2002) citado por Hernández *et al.* (2003), indica que “En la investigación no experimental no es posible manipular las variables a asignar aleatoriamente a los tratamientos o participantes”. De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos de estudio, estos sujetos en estudio se analizan en su ambiente natural pues las variables independientes no se manipulan ya que estas ya han sucedido.

Estos mismos autores indican que la recolección de datos se realiza en un solo momento o sea en un único tiempo. El propósito es describir las variables y analizar su incidencia e interpretación en un momento dado (ubicar, categorizar y proporcionar una visión de una comunidad en un momento).

3.8 Parcelas temporales de muestreo PTM de (0.1 ha)

Gentry (1982), ha desarrollado una metodología estándar de rápido muestreo para estudiar la composición florística de los bosques. Realizando el muestreo de todas las plantas con DAP $\geq 2,5$ cm., en parcelas temporales de diferentes dimensiones. En las cuales se estima la diversidad y la composición taxonómica de un determinado sitio. De ahí en adelante este método ha sido utilizado y modificado en su forma pero manteniendo el tamaño del área muestreada y el DAP mínimo de medición. Es un método valioso, ya que brinda una mejor idea de la composición florística además tiene un protocolo fácil de realizar en sitios inaccesibles (Phillips & Millar, 2002).

4.2 Clima

Debido a la amplia diversidad de ecoregiones, no existen datos climáticos precisos de la región de estudio. La estación meteorológica más próxima se encuentra en Apolo (1400 msnm). En la figura 8 se muestra una precipitación media anual de 1.558 mm y una temperatura media anual de 20,5 °C, así mismo muestra los meses secos de Junio a Septiembre y los meses húmedos de Octubre a Mayo (Navarro, 1999).

De acuerdo al mapa de precipitación de Müller *et al.* (2002), la zona de estudio se encuentra entre las isoyetas correspondientes a 1.200 y 1.400mm de precipitación pluvial. Asimismo el mapa de humedad muestra que el número de meses áridos en la cuenca del Río Tuichi es de 3 a 5, con una época seca entre junio y agosto, una época húmeda que abarca de noviembre a marzo lo cual corresponde a un bosque pluviestacional.

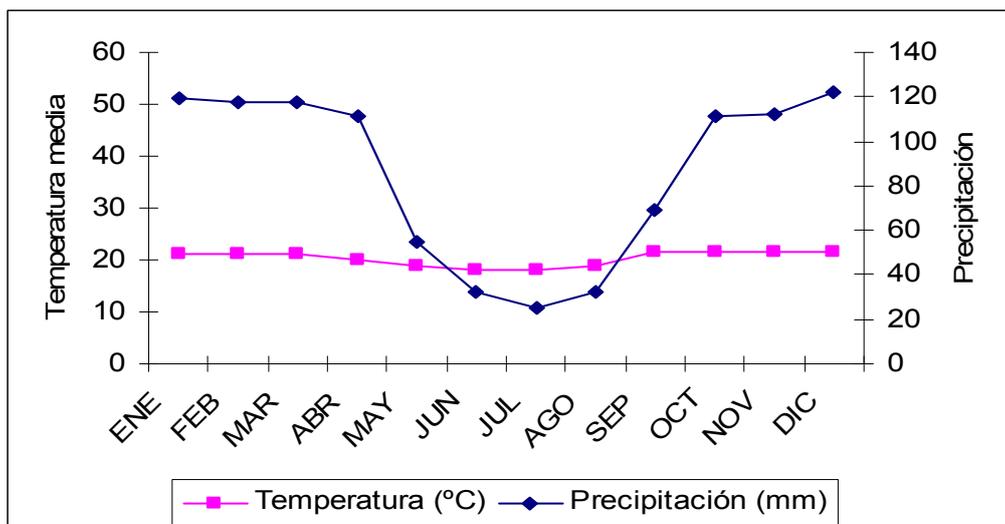


Figura 8. Climadiagrama de la región de Apolo.

Fuente: Elaboración propia. Datos empleados de SENAMHI citado por Navarro 1999.

La zona de estudio se caracteriza por hallarse en una zona bajo sombras de lluvia (lluvias orográficas), donde sus estaciones están muy marcadas, distinguiéndose una época de lluvias y una seca característica de los bosques secos. Según Navarro (2002), la zona presenta un índice ombrotérmico de 6,3 y el índice ombrotérmico de dos meses seguidos más secos de 1,95. El bioclima para el área de Apolo revela un

bioclima termo tropical superior, pluviestacional, húmedo inferior, (Rivas-Martines *et al.* 1999 citado por Fuentes *et al.* 2004).

4.3 Vegetación

La vegetación andina seca a semiseca esta constituida en alturas menores a 2.000 m condicionada por efectos climáticos locales de “sombra de lluvia orográfica”, razón por la cual constituye manchas de mayor o menor extensión.

Desde el punto de vista biogeográfico, es una vegetación disyunta con endemismos notables en grupos como las cactáceas, bromeliáceas. Alguno de estos endemismos se hallan distribuidos en todos los enclaves conocidos de bosques xerofíticos subandinos del sector Biogeográfico de los Yungas del Beni, denotando pasadas conexiones biogeográficas entre zonas hoy aisladas y separadas por tipos de vegetación más húmedos (Navarro & Maldonado, 2002).

Están presentes las especies de ajo-ajo (*Gallesia integrifolia*), Toborocho (*Chorisia speciosa*), Chaki kaspi (*Phyllostylon rhamnoides*), willca (*Anadenanthera colubrina*), seguido por especies de vitacas como Yuraj vitaca (*Astronium urundeuva*), Soto vitaca (*Schinopsis brasiliensis*), Uchichi (*Acacia* sp.).

Al interior del bosque se encuentran cactáceas columnares arborescentes de la especie *Cereus tacuaralensis*, Kaspi tuna (*Opuntia brasilensis*) que son abundantes, junto con árboles como el palo diablo (*Triplaris americana*), Jacaranda (*Holocalyx balansae*) y Pirijcho o Yesquero (*Cariniana estrellensis*), en el sotobosque las especies de bromelias están representadas por *Aechmea kuntzeana*, *Fosterella albicans*, *F. floridens*, *Tillandsia edithae* y *T. krukoffiana*; y entre las orquídeas se encuentran *Epidendrum lae* y *Comparettia* sp, junto al helecho *Platynerium andinum* que presenta hábito epifito (Navarro & Maldonado 2002).

4.4 Fisiografía, geología y suelos

El área de estudio se encuentra en el Distrito Biogeográfico de los Yungas de Apolobamba, el sector es parte de la cordillera oriental con paisajes de serranías, colinas bajas, terrazas aluviales, ondulaciones y planicie. Las litologías predominantes son areniscas lutitas y limonitas del Devónico (Suárez, 2001).

Geológicamente presenta formaciones rocosas de la era devoniana, ordovícicas, cretácicas, la mayoría de la era terciaria, las rocas que se exponen visiblemente en el curso del río, parecen proceder de la era ordoviciana de Apolo y el sudoeste, predominan las arcillas, lutitas y limonitas del devónico (Suárez, 2001), además esta compuesta por corrimientos de sedimentos ordovícicos a permicos (GEOBOL, 1985).

En el mismo documento se menciona que los suelos de los bosques secos se caracterizan por ser poco profundos y pedregosos, con una capa de materia orgánica muy delgada (Bach *et al.* 2003). La zona de estudio se desarrolla sobre suelos de textura franco limosa, franco arenoso a franco arcillo arenoso, de color pardo grisáceo muy oscuro en la superficie, que cambia gradualmente a rojo en el subsuelo, muy susceptibles a la erosión hídrica.

En el Cuadro 1 se muestran los resultados del análisis físico-químicos de las muestras de suelo de las 20 parcelas.

Con respecto a la reacción del suelo o pH, los suelos están marcados por la acidificación, puede observarse valores desde ligeramente ácidos (Parcela 11 ; pH=4,8), hasta llegar a neutro (Parcela 10; pH=7,0), la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) son de moderados a altos presentando niveles de 4,32 a 17,35 cmolc/Kg, para el caso de la materia orgánica se tiene valores altos que fluctúan entre 3,8 a 10,9 %, y para la textura se pudo establecer una variación entre arcilloso a limoso, franco arcillo a limoso (Base de datos del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi 2006).

Cuadro 1. Análisis de suelos efectuados en las 20 parcelas a una profundidad de 40 cm, donde se muestran sus características químicas y físicas del sector de Azariamas.

Fuente: Base de datos Proyecto Madidi (2006).

Parámetro	PTM1	PTM2	PTM3	PTM4	PTM5	PTM6	PTM7	PTM8	PTM9	PTM10	PTM11	PTM12	PTM13	PTM14	PTM15	PTM16	PTM17	PTM18	PTM19	PTM20
pH acuoso	5,6	5,6	5,8	5,2	6,9	5,6	5,7	5,3	6,5	7,0	4,8	6,1	5,7	5,3	5,7	4,9	5,1	5,9	5,1	5,5
Conductividad	127	117	135	160	231	164	169	196	253	186	138	171	131	171	122	559	162	275	142	226
Nitrógeno total	0,33	0,28	0,41	0,38	0,57	0,42	0,48	0,64	0,38	0,57	0,39	0,59	0,36	0,36	0,39	0,42	0,45	0,74	0,29	0,52
Carbón Orgánico	2,2	2,9	3,8	4,0	5,3	3,7	4,9	6,4	6,8	6,5	4,2	4,8	4,0	4,5	3,8	5,4	5,0	6,8	3,4	5,5
Fósforo disponible	30	32	77,5	47	108,5	45	31	33	54,5	22	45	23,5	18,5	22	11	137,5	39,5	103	86	71
Sodio intercambiable	0,030	0,025	0,030	0,030	0,029	0,027	0,024	0,024	0,026	0,038	0,030	0,023	0,022	0,030	0,022	0,028	0,052	0,030	0,039	0,054
Potasio intercambiable	0,36	0,42	0,64	0,43	0,63	0,47	0,32	0,42	0,47	0,40	0,24	0,43	0,17	0,27	0,38	0,57	0,45	0,65	0,49	0,67
Calcio intercambiable	3,0	2,2	3,4	3,4	3,6	3,5	4,9	6,9	13	13	12	2,5	5,0	5,2	4,2	5,3	5	10	1,8	4,5
Magnesio intercambiable	1,5	1,9	2,3	1,9	3,8	1,9	3,3	2,3	3,4	3,6	1,7	6,8	2,1	1,7	2,8	1,9	3,0	5,1	1,6	3,5
Acidez intercambiable	0,19	0,19	0,083	0,29	0,15	0,21	0,17	0,21	0,15	0,12	0,35	0,15	0,19	0,21	0,12	0,29	0,29	0,19	0,39	0,19
CIC	5,08	4,74	6,45	6,05	8,21	6,11	8,71	9,85	17,35	16,66	14,22	9,90	7,48	7,41	7,52	8,09	8,49	16,37	4,32	8,91
Textura																				
Arena	32	37	43	18	30	26	21	29	26	14	45	6	39	31	28	24	14	24	43	15
Limo	32	28	22	38	30	38	52	36	34	39	30	67	43	43	37	39	34	42	25	43
Arcilla	36	35	35	44	40	36	27	35	40	47	25	27	18	26	35	37	52	34	32	42
Clase textural	Franco Arcilloso	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Arcilla	Arcilla	Franco arcilloso	Franco limoso	Franco Arcilloso	Arcilla	Arcilla	Franco	Franco limoso	Franco	Franco	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Arcilla	Franco arcilloso	Franco arcilloso	Arcillo limoso

Parámetro	pH acuoso	Conductividad	Nitrógeno total	Carbón Orgánico	Fósforo disponible	Sodio intercambiable	Potasio intercambiable	Calcio intercambiable	Magnesio intercambiable	Acidez intercambiable	CIC	Arena	Limo	Arcilla	Clase textural
Método	ISRIC 4	ASPT 6	ISRIC 6	WSP S-9,10	ISRIC 14-2	WSP S-5.10	WSP S-5.10	WSP S-5.10	WSP S-5.10	ISRIC 11	ISRIC 11	DIN 18 123	DIN 18 123	DIN 18 123	DIN 18 123
Unidad		µS/cm	%	%	mg/kg	cmolc/kg	cmolc/kg	cmolc/kg	cmolc/kg	cmolc/kg	cmolc/kg	%	%	%	
Límite de determinación	1 - 14	5	0,0014	0,06	1,5	0,00083	0,0053	0,016	0,00083	0,05	0,073	2,5	1	1	1

4.5 Hidrología

El principal río en el área de estudio es el Tuichi, el que se distingue por su carácter torrentoso y por inesperados aumentos de caudal luego de intensas lluvias. Este río nace en la localidad de Pelechuco a su paso es alimentado por los ríos Amantala, Motozolo, Moxos y Saipili, formando de esta manera el Río Tuichi, más adelante recibe como afluentes a los ríos Machariapo, Ubito, Resina, San Juan o Azariamas, Río Negro y Eslabón para luego desembocar en el Río Beni (Montes de Oca 1997).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Materiales de campo

- Mapa de vegetación del **PN y ANMI Madidi**
- Mapa topográfico
- Libreta de campo
- Planillas de campo
- Lápices y marcadores
- Lápices de cera
- Cinta métrica de 1.5 m
- Cinta métrica de 50 m
- GPS (Global Positioning System)
- Brújula
- Altímetro
- Binoculares
- Lupa (10 X)
- Cámara fotográfica
- Tijeras de podar
- Pico de loro
- Carpa
- Bolsa de dormir
- Mochila
- Bolsas de polietileno (30x42cm)
- Bolsas de polietileno (40x 80cm)
- Pita de plástico
- Prensas
- Correas
- Papel periódico
- Cartón
- Secadora de campo
- Mantas de aluminio
- Kerosén
- Anafes
- Trepadores
- Machetes
- Jalones de 1,50 m
- Cintas bandera naranja

5.1.2 Materiales de gabinete

- Claves Botánicas
- Colecciones testigo del (LPB)
- Lupa (10x)
- Estéreo microscopio (100x)
- Material de escritorio
- Marcadores indelebles
- Computadora
- Papel periódico
- Fólder de papel Manila

5.2 Métodos

5.2.1 Selección del sitio de estudio

La selección de las áreas donde se instalaron las parcelas fue definida mediante la consulta del Mapa de Vegetación de Madidi (Departamento de Geografía, Museo Noel Kempff Mercado 2002, escala 1:250000, borrador preliminar) y una carta topográfica escala 1:100000 de Azariamas (Defense Mapping Agency, Serie H632, hoja 3142). Se consideró la accesibilidad a las posibles zonas de estudio, analizando mapas y cartas topográficas del Instituto Geográfico Militar (1:50000).

Se realizó un recorrido del área y se ubicó un ambiente representativo del bosque maduro homogéneo sin perturbaciones recientes considerando que los sitios se encuentren en un estado sucesional avanzado o con la mayor adultez.

En el sitio de estudio se realizó un recorrido del área buscando ambientes representativos, es decir la superficie de bosque a ser considerada debió ser una porción representativa del tipo de vegetación de la zona y de la situación topográfica, dando como resultado un área homogénea ecológica, florística y fisonómicamente, es así que, el área muestreada presentó una homogeneidad fisonómica estructural y topográfica. El área donde se instalaron las parcelas de muestreo fue un bosque primario, por lo tanto no debió presentar perturbaciones antropogénicas o ecológicas recientes.

El trabajo de campo se realizó del 23 de Junio al 15 de Julio de 2005.

5.2.2 Instalación de las parcelas de muestreo (PTM)

Para la instalación de las parcelas se realizó un reconocimiento del sitio elegido basado en los criterios anteriormente descritos.

En un extremo se plantó un jalón al que le llamamos punto 00, a partir del cual y con la ayuda de una brújula se tomó un rumbo determinado en sentido perpendicular a la

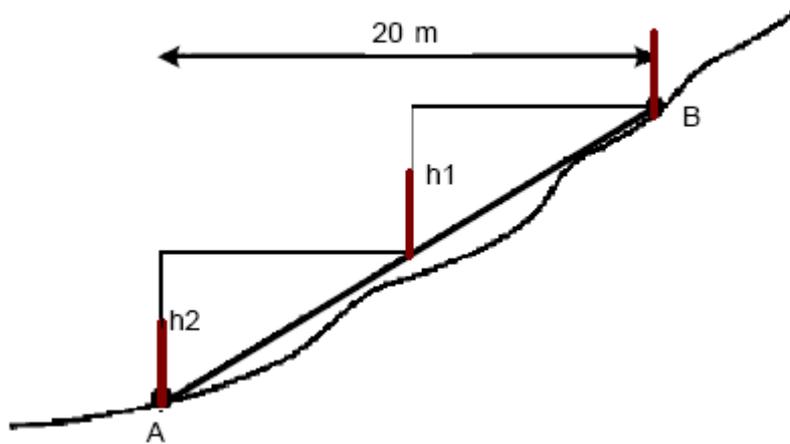


Figura 11. Corrección de la distancia entre dos puntos en pendiente.

5.2.3 Levantamiento de datos dentro parcelas de muestreo

Se evaluó y registró en planillas de campo (Anexo 1) los datos dendrométricos y ecológicos de todos los individuos con $DAP \geq 2.5\text{cm}$ que se encontraban dentro la parcela. Aquellos individuos que estuvieron sobre el límite de cada subparcela se los midió siempre y cuando la mitad del área basal o sección trasversal de su tronco principal estuvo dentro de la parcela. Los parámetros se detallan a continuación:

a) Diámetro de fuste o diámetro a la altura del pecho (DAP): El que fue medido a 1,3m desde el suelo o pie de cada individuo previa limpieza de musgos, epifitos, lianas y materia orgánica que pudiesen entorpecer la precisión de la medida, tomando el milímetro completo como máxima medida de precisión (Figura 12). En el caso de plantas con tallos múltiples se midieron todos los tallos, siempre y cuando al menos uno de ellos tuviera un $DAP \geq 2,5\text{ cm}$.



Figura 12. Toma de la medida del Diámetro Altura Pecho (DAP)

La medición para los individuos que se presentaron en diferentes situaciones o que sufrieron alteraciones en su desarrollo se efectuaron de acuerdo a la figura 13.

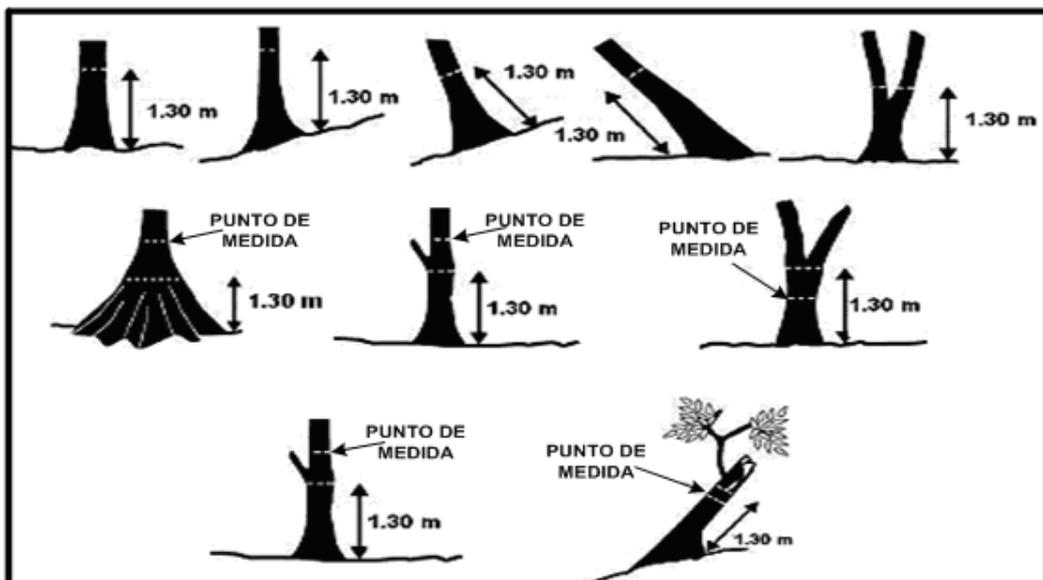


Figura 13. Métodos para medir el (DAP). Fuente: Pichette, P. & Gillespie, L. 1999.

b) La altura total: La altura total es la distancia entre la base y el ápice de los árboles. Resulta casi imposible de medir con precisión, ya que es dificultoso identificar la parte superior de las copas de la gran mayoría de los árboles evaluados (Figura 14).

c) La altura del fuste: Es la distancia entre la base y la primera bifurcación principal, que defina el inicio de la copa. Se tomo para los individuos que presentaban DAP ≥ 10 cm. (Figura 14).

Por lo tanto se estimo visualmente la altura total y la altura de fuste usando una vara de 2 m la cual se multiplico sucesivamente. Siendo esta la forma más razonable (sin afectar la estructura del bosque) y de mayor precisión posible para tal propósito.

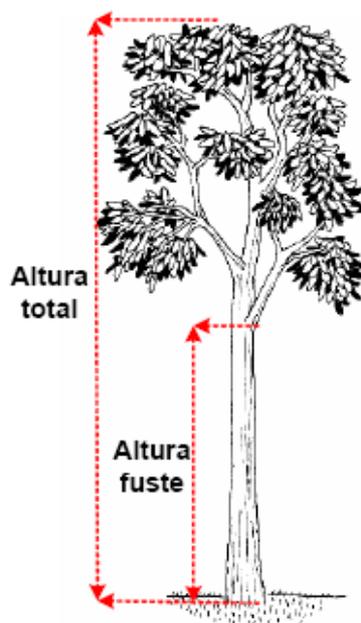


Figura 14. Altura total y fuste.

d) Datos fenológicos; se consideraron los siguientes estados: (1) estéril, (2) botón floral, (3) flores, (4) fruto inmaduro, (5) fruto maduro, (6) fruto viejo, (7) semillas, (8) sin hojas y (9) agallas o enfermo.

5.2.4 Datos taxonómicos, colecta de especímenes botánicos

De todos los individuos presentes en las parcelas, se registró su nombre común en caso que no tengan nombre común se le asignó una morfoespecie, nombre científico y familia botánica. Así mismo, de las especies registradas o morfotipos se colectaron 4 muestras botánicas en caso de estar estériles y 8 cuando se encontraron fértiles, a las cuales se les asignó un código con las iniciales del colector (AFC, Ángel Fernández Choque) y un número correlativo. Las muestras se procesaron de acuerdo a las normas clásicas de herborización, que consisten en el prensado, y el secado utilizando estufas directamente en el campo (Figuras 15).



Figura 15. Procesamiento en campo de los especímenes A) Colecta de especímenes, B) Prensado, C) secado.

5.2.5 Identificación taxonómica

El material botánico fue parcialmente identificado en campo. Una vez en instalaciones del Herbario Nacional de Bolivia (LPB) el material fue identificado con el uso de claves botánicas, comparación con especímenes montados del LPB, con el apoyo de investigadores del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi, especialistas del Herbario Nacional de Bolivia, duplicados de cada colecta fueron enviados al MO, para corroborar su identificación por especialistas botánicos La información de los

especímenes fue incluida en el banco de datos TROPICOS del MO, disponible en Internet (<http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>).

5.3 Procesamiento de datos

Los datos recolectados en campo se transcribieron a una planilla electrónica Excel, se uniformizaron todos los nombres comunes y se actualizaron los nombres científicos y familias en base a las nuevas determinaciones. En el caso de los especímenes no identificados se los agrupó en morfoespecies.

Una vez concluida y depurada la base de datos de las parcelas se efectuó la evaluación cuali-cuantitativa.

5.4 Evaluación de la similitud y diversidad

5.4.1 Diversidad florística y riqueza

La diversidad florística se determinó a través de la curva área-especie ó “curva de Whittaker”, que considera el número de especies y su abundancia de cada una de ellas (Finegan, 1992), la cual proporciona información sobre el incremento de las especies en superficies variables (Lamprecht, 1990). Para lo cual se utilizó la matriz de especies con las 20 parcelas, y se hizo el análisis para cada una de ellas. Para cada parcela se graficaron el total de especies con las especies que estuvieron presentes en dos o más parcelas, es decir, es la suma progresiva tanto del número de especies como del área muestreada.

5.4.2 Índice de similitud Sørensen

Los índices de similitud han sido muy utilizados, para identificar las semejanzas existentes entre la vegetación (PTMs), también para comparar las comunidades de plantas en diferentes estaciones o diferentes grados de perturbación, se lo analizó por medio del índice (coeficiente) de Sørensen (1948), el que considera la presencia/ausencia (cualitativo) de las especies en cada una de ellas; los valores

varían entre 0 a 1 y se puede expresar en porcentaje (cuantitativo) (Matteucci & Colma 1982 y Mostacedo & Fredericksen 2000).

$$IS = 2C / (A + B) * 100$$

Donde:

IS = Índice de Sørensen

A = Número de especies encontradas en la comunidad A

B = Número de especies encontradas en la comunidad B

C = Número de especies comunes en ambas localidades

5.4.3 Índice de diversidad Shannon-Wiener (H)

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de una determinada área o habitat. Además expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de las especies de la muestra, integrando toda la información de abundancia de las especies en un solo número, llamado H' . H' que usualmente cae entre 1,5 a 3,5 y casi nunca sobrepasa 4,5; cuando los valores son altos indican sitios de una alta diversidad (Odum, 1978; citado por Cyberways & Waterways, 2003).

Este índice de diversidad florística fue evaluado mediante el índice de Shannon-Wiener (1949) citado por (Matteucci & Colma 1982).

$$H = -\sum (n_i / N) \ln (n_i / N)$$

Donde:

n_i = Número de individuos de una especie

N = Número total de individuos

Ln = Logaritmo natural

5.5 Evaluación de la composición florística

- **Abundancia (Ab):** Es un parámetro que permite conocer el número de individuos por unidad de área de una especie, familia o clase de plantas. Se estima a partir del conteo de individuos de una especie o familia en un área dada (Matteucci & Colma 1982). Se expresa como:

$$Ab = N / A$$

Donde:

N = Número de individuos de una especie o familia

A = Área determinada

- **Abundancia relativa (Ar):** Es la relación porcentual entre el número de individuos de una determinada especies o familia y el número de individuos de todas las especies o familias del área muestreada.

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

Donde:

N = Número de individuos de una especie o familia

Nt = Número total de individuos

- **Frecuencia (F):** Se define como la probabilidad de encontrar un atributo (por ejemplo una especie) en una unidad muestral. Mide la dispersión de las especies dentro del hábitat, es decir que la frecuencia es una expresión de la regularidad de la distribución de cada especie sobre el terreno. La frecuencia absoluta expresada en porcentaje, es la relación entre el número de subparcelas en que una especie aparece y el número total de subparcelas del muestreo.
- **Frecuencia relativa (Fr):** Expresa la relación entre la frecuencia absoluta de cada especie con la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies del área muestreada.

$$Fr = (a / A) * 100$$

Donde:

a = Número de apariciones de una determinada especie

A = Suma de todas las especies

Cuadro 2. Clases de frecuencia de acuerdo al porcentaje

Clase		Frecuencia absoluta
A	I	1-20%
B	II	21-40%
C	III	41-60%
D	IV	61-80%
E	V	81-100%

Fuente: Lamprecht (1990).

- **Diversidad familiar (Div):** Es la relación que existe entre el número de especies de una familia sobre el total de especies. Generalmente hace referencia al número de especies en un área determinada.
- **Diversidad familiar relativa (DivR):** Expresa la relación porcentual entre el número de especies de una determinada familia y el número de todas las especies de la muestra.

$$\text{DivR} = (n^{\circ} \text{ sp} / N^{\circ} \text{ sp}) * 100$$

Donde:

DivR = Diversidad relativa

n° sp = Número de especies de una familia

N° sp = Número total de especies

- **Dominancia (Da):** Se mide en función al área basal de una especie o familia. La dominancia es una indicación de la abundancia relativa de una especie. Se considera dominante aquella categoría vegetal que es más notoria en la comunidad vegetal, ya sea por su altura, cobertura o densidad y puede estimarse a partir de cualquiera de sus variables de abundancia. En este caso

se utilizo la dominancia en función al área basal, como se realiza en los estudios forestales, dado que existe una relación entre el área basal y la cobertura.

- **Área basal:** Es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una determinada altura del suelo y se mide en m²/ha, expresándose de la siguiente forma:

$$AB = \pi * (D^2/4)$$

Donde:

$\pi = 3.1416$

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP).

Los diámetros de los **tallos múltiples** se redujeron a un solo individuo, modificando su DAP por el promedio. Además en la base de datos se mantuvo solo el registro del individuo con mayor altura empleando las siguientes formulas (Macia 2006 citado por Choque 2007).

$$TM = (P/2)^2$$

Donde:

TM = Tallo múltiple

P = Perímetro del tallo o diámetro

$$TR = 2 * \sqrt{\sum TM}$$

Donde:

TR = Tallos reducidos

$\sum TM$ = Sumatoria de los tallos múltiples

- **Dominancia relativa (Dr):** Es la relación porcentual entre el área basal total de una determinada especie o familia y la suma del área basal de todas las especies o familias de la muestra.

$$Dr = (AB / ABt) * 100$$

Donde:

AB = Área basal de una especie o familia

ABt = Área basal total

5.6 Evaluación de la importancia ecológica

- **Índice de valor de importancia por especie (IVI):** Pondera aspectos numéricos de la población, las dimensiones de los árboles y la uniformidad territorial en la distribución de las especies. Con la finalidad de llegar a expresar en forma más sencilla y conjugar los parámetros de estructura del bosque, se plantea el combinar los valores de abundancia, frecuencia y dominancia por especie (Matteucci & Colma, 1982). Se expresa como:

$$IVI = (Ar + Dr + Fr) / 3$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa de la especie

Dr = Dominancia relativa de la especie

Fr = Frecuencia relativa de la especie

- **Índice de valor de importancia por familia (IVIF):** Se calcula mediante la suma de la abundancia, dominancia relativas de cada familia y la diversidad relativa:

$$IVIF = (Ar + Dr + Dir) / 3$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa por familia

Dr = Dominancia relativa por familia

Dir = Diversidad relativa

5.7 Evaluación de la estructura y dinámica del bosque

- **Estructura horizontal y vertical**

Para el análisis de la estructura horizontal se procedió a ordenar los diámetros de los árboles en clases diamétricas a intervalos de 5 cm., de igual manera para la estructura vertical se ordenaron las alturas de los árboles en clases altimétricas a intervalos de 10 m. En base a estas clases se elaboraron gráficos que describen la estructura del bosque.

5.8 Análisis sobre el uso tradicional

En base a la instalación de las parcelas y a la distribución de las especies de uso mas frecuente sobre los productos maderables y no maderables (productos secundarios del bosque) reconocidas por la gente local y con la finalidad de realizar un sencillo análisis cuantitativo fue necesario separarlas en las siguientes categorías de utilidad:

- (A) Alimentación humana
- (B) Maderas y fibras/construcción
- (C) Herramientas para caza y pesca
- (D) Herramientas y utensilios
- (E) Medicinales
- (F) Culturales
- (G) Combustibles
- (H) Otros

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Se instalaron 20 Parcelas Temporales de Muestreo (PTM), en diferentes situaciones topográficas (ladera, cima y fondo de valle), para cada parcela se tomaron anotaciones de las características de la vegetación presente, altitud, orientación de la pendiente, así como las coordenadas geográficas (con un GPS portátil) cuyos datos se muestran en el Anexo 2.

6.1 Determinación del área mínima de muestreo (Curva Área –Especie)

La riqueza florística de la vegetación se evaluó gráficamente, y se representa a través de una curva que muestra el incremento de especies en función a la superficie acumulada. En este estudio las 20 parcelas de 0.1 ha suman un área total de 2 ha de muestreo. En la figura 16 se puede observar que el 88.2% de las especies aparecen hasta la parcela 10, que representan los primeros 10.000 m² (1 ha).

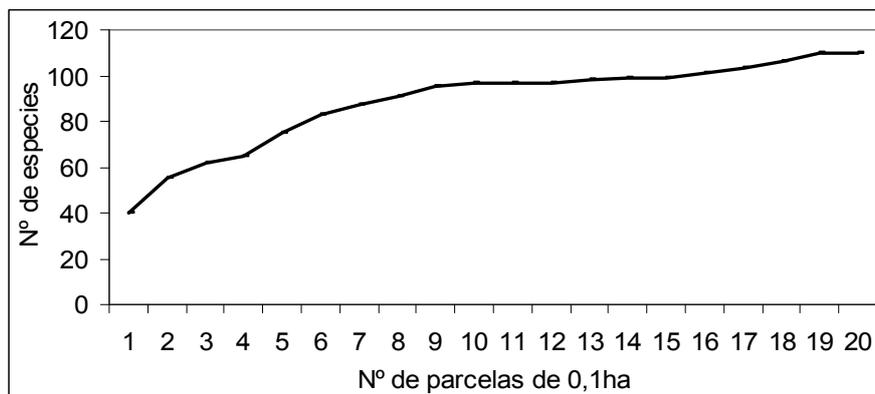


Figura 16. Curva área vs. especie. Riqueza florística en 2 ha de bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas. La curva proporciona la información del incremento de las especies en las diferentes unidades de muestreo.

A partir de este punto el incremento de especies es de apenas 11,8%. Lo que se traduce a un incremento promedio de una especie por parcela. Se puede apreciar una relativa estabilidad entre las parcelas 11 y 17, pero hacia la 19, sigue en mínimo aumento de especies. De ahí en adelante el número de especies se mantiene constante hasta la última parcela. Evidenciándose que existe un punto de inflexión.

Por esto se considera que 20 parcelas (2 ha) de muestreo son suficientes y representativas para evaluar la diversidad de este bosque.

La curva especie-área es una gráfica que permite visualizar la representatividad de un muestreo, cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, ésta indica que el número de especies se mantendrá aunque aumente el tamaño de muestreo. Es el caso de los bosques templados, en donde esta curva alcanza un curso horizontal rápidamente, en cambio, en bosques tropicales, por su diversidad, la curva se mantiene en constante aumento (Mostacedo & Fredericksen 2000).

Guillen (1997), en un bosque semidecíduo en las inmediaciones del Parque Nacional "Noel Kempff Mercado" y Killeen *et al.* (1998), en el bosque seco Chiquitano y empleando la metodología de parcelas permanentes (DAP \geq 10cm), de 1 ha en relación a estas curvas de acumulación encontraron que 1 a 2 hectáreas son suficientes para la medición de la riqueza de especies arbóreas. Además esta curva pone en evidencia que la diversidad total del área de estudio ya no podría incrementarse a pesar de ampliar el área evaluada. Debido a que el área muestreada habría llegado a cubrir la totalidad de las especies presentes en la zona de estudio.

Sin embargo la experiencia de otros estudios realizados en los bosques húmedos tropicales muestra que una mayor intensidad de muestreo no asegura una estabilidad de la curva área especie o sucede muy pocas veces, ya que prácticamente en ningún estudio de plantas leñosas en bosque húmedo tropical, la curva área-especie se estabiliza totalmente (Pitman 2000, Duque *et al.* 2001 y Duivenvoorden *et al.* 2001).

Según García-Montiel (2002), un factor que determinaría la no estabilidad de la curva área-especie puede ser atribuido a la dinámica sucesional, como producto de la formación de claros naturales dentro los bosques, que implicaría el establecimiento de nuevas especies que incrementan la diversidad. Además la aparición de especies raras o de baja distribución contribuiría a este hecho.

Esta curva está sujeta a la variación y similitud florística, manifestando un cambio paulatino e imperecedero en la vegetación. Pero también existe una porción de las

especies que son omnipresentes y relativamente comunes Pitman *et al.* (2001) y que hacen que exista un porcentaje relativamente importante de similitud florística.

6.2 Variabilidad y similitud florística del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas

6.2.1 Índice de Sørensen

Se calculó los índices de similitud de Sørensen (1948), entre las parcelas de muestreo y encontramos que son muy parecidas a pesar de su tamaño reducido. Las parcelas 8 y 12 presentan alta similitud (> 50%) y baja variabilidad en 19 de 19 comparaciones. Las parcelas 4, 11, 15 y 20 presentan alta similitud (> 50%) en 18 de 19 comparaciones. Las parcelas 2, 3, 7, 13 y 14 registran alta similitud en 17 de 19 comparaciones.

Las parcelas 1, 16, 17, 18, 19 presenta alta similitud en 16 de 19 comparaciones; La parcela 10 en 11 de 19 comparaciones, en cambio las parcelas 5 y 6 presentan gran similitud solo en 8 de 19 comparaciones. Analizando las bases de datos, la matriz de especies de mayor importancia ecológica es la misma en todas la parcelas, es decir que la diferencia en composición florística se debe a la aparición de especies raras y no se debe a las especies comunes en el área (Cuadro 3).

Por lo tanto, las 20 parcelas de muestreo corresponden a una asociación vegetal en cuanto a la composición florística. El Índice de Similitud florística de Sørensen muestra valores superiores al 50% e inferiores a 82% en más del 90% en todas las combinaciones, lo que supone que existen muchas especies en común. Esta alta similitud es debido a que la zona de estudio es el núcleo de bosque seco de la Región de Madidi, un área de características similares en cuanto a suelo, drenaje, clima y abastecimiento hídrico. En conclusión, este bosque es similar y representa una sola unidad de vegetación.

Cuadro 3. Similitud florística en función del Índice Sørensen entre las 20 parcelas en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas (Los Valores en la diagonal corresponden al número de especies por parcela, por arriba el índice de Sørensen en porcentaje y por debajo el número de especies comunes entre parcelas).

PARCELAS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20
P1	40	60,8*	65,8*	63,3*	41,6	35,4	65,2*	51,2*	56,5*	40,5	64,4*	53,9*	69,0*	62,8*	71,1*	64,1*	71,4*	65,1*	61,9*	64,4*
P2	24	39	61,5*	59,0*	39,5	35,9	65,9*	56,5*	61,5*	45,8	56,2*	54,5*	67,4*	58,8*	62,9*	57,1*	72,3*	65,9*	69,9*	69,7*
P3	26	24	39	82,1*	52,6*	48,7	63,6*	61,2*	52,7*	45,8	60,7*	56,8*	58,1*	61,2*	69,7*	57,1*	57,8*	70,7*	57,8*	62,9*
P4	25	23	32	39	52,6*	51,3*	61,4*	65,9*	54,9*	48,2	56,2*	59,1*	60,5*	58,8*	69,7*	59,7*	55,4*	70,7*	55,4v	65,2*
P5	16	15	20	20	37	65,8*	48,8	50,6*	53,9*	46,9	36,8	53,5*	38,1	43,4	50,6*	45,3	39,5	40,0	39,5	50,6*
P6	14	14	19	20	25	39	50,0*	56,5*	57,1*	50,6*	51,7*	52,3*	41,9	44,7	49,4	49,4	38,6	46,3	45,8	44,9
P7	29	29	28	27	21	22	49	69,5*	71,3*	62,4*	74,7*	71,4*	68,8*	77,9*	76,8*	64,4*	66,7*	69,6*	73,1*	68,7*
P8	22	24	26	28	21	24	33	46	69,4*	62,2*	66,7*	65,3*	62,4*	60,9*	70,8*	59,5*	57,8*	65,2*	53,3*	58,3*
P9	26	28	24	25	24	26	36	34	52	68,8*	70,6*	69,3*	68,7*	63,3*	66,7*	60,0*	60,4*	58,9*	58,3*	66,7*
P10	17	19	19	20	19	21	29	28	33	44	59,6*	68,8*	54,9*	57,8*	61,7*	46,3*	52,3*	50,6*	45,5*	55,3*
P11	29	25	27	25	16	23	37	32	36	28	50	68,7*	70,1*	75,0*	80,0*	68,2*	68,1*	73,1*	61,7*	64,0*
P12	24	24	25	26	23	23	35	31	35	32	34	49	62,5*	71,6*	72,7*	57,5*	64,5*	69,6*	62,4*	66,7*
P13	30	29	25	26	16	18	33	29	34	25	34	30	47	73,1*	74,2*	63,5*	72,5*	71,1*	61,5*	70,1*
P14	27	25	26	25	18	19	37	28	31	26	36	34	34	46	83,3*	59,5*	66,7*	74,2*	60,0*	72,9*
P15	32	28	31	31	22	22	38	34	34	29	40	36	36	40	50	65,9*	72,3*	77,4*	63,8*	74,0*
P16	25	22	22	23	17	19	28	25	27	19	30	25	27	25	29	38	65,9*	66,7*	65,9*	65,9*
P17	30	30	24	23	16	16	31	26	29	23	32	30	33	30	34	27	44	69,0*	68,2*	72,3*
P18	27	27	29	29	16	19	32	29	28	22	34	32	32	33	36	27	30	43	64,4*	71,0*
P19	26	29	24	23	16	19	34	24	28	20	29	29	28	27	30	27	30	28	44	72,3*
P20	29	31	28	29	22	20	34	28	34	26	32	33	34	35	37	29	34	33	34	50

* Similitud representativa entre PTMs.

La variación y similitud florística entre diferentes sectores del bosque seco subandino en función al índice de similitud de Sørensen (IS) el cual registró variación y similitud florística entre todos los sectores estudiados con magnitudes diferentes mostrando que existe un cambio gradual y continuo en la vegetación. Los sectores Cañón Azariamas, Pintata y San Juan-Buena hora presentan similitud intermedia (> 50), mientras que Virgen del Rosario y Yarimita muestran una gran disimilitud (Cuadro 4).

Una de las causas para que exista esta variación florística en el bosque seco esta en la ubicación de los diferentes sectores en estudio, en el anexo 3 y 4 se muestra los diferentes sectores de estudio mas la ubicación del bosque seco, el cual se encuentra rodeado de bosques montanos húmedos, los sectores de Yarimita y San Juan buena hora se ubican próximos a los bosques montanos húmedos, y a su vez presentan la mayor similitud florística entre sectores de estudio; por el contrario Virgen del Rosario presenta la menor similitud con todos los sectores de estudio, esto puede deberse a que la mayoría de las parcelas están ubicadas en una formación de vegetación especial, conocido como un cerrado subandino xerico.

Cuadro 4. Similitud entre sectores en función al Índice de Sørensen en el bosque seco decíduo subandino del Madidi. A lo largo de la diagonal se encuentra el número de especies, por debajo el número de especies en común y por arriba el Índice de Sørensen.

SECTORES	Azariamas	Cañón Azariamas	Pintata	San Juan-Buena hora	Virgen del Rosario	Yarimita
Azariamas*	110	51,95**	61,99**	56,55**	22,12	41,80
Cañón Azariamas	80	202	48,50	55,44**	28,95	40,59
Pintata	84	89	165	64,18**	27,72	46,86
San Juan-Buena hora	82	107	112	202	36,96	77,17**
Virgen del Rosario	23	44	37	34	102	40
Yarimita	51	69	71	71	48	155

*Presente estudio

** Similitud representativa entre sectores.

Fuente: Elaboración propia. Base de datos Proyecto Madidi 2008.

En cuando al sector de estudio y su similitud con los otros sectores estudiados, existe una alta similitud con Pintata, que junto al área de estudio ocupan la parte central del bosque seco; también el área de estudio presenta similitud con San Juan-Buenahora

en el extremo Norte de la formación; con Cañon-Azariamas presenta una considerable similitud a pesar de que este último se encuentra influenciado por el bosque húmedo amazónico preandino; Finalmente presenta baja similitud con Virgen del Rosario y Yarimita, las mismas que se encuentra en el extremo Sur de la formación. Mostrando de esta manera que el sector del presente estudio está al centro geográfico y florístico del bosque seco.

6.3 Composición florística del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas

6.3.1 Diversidad florística del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas

Se evaluaron y registraron un total de 9.049 tallos de 6.431 individuos con DAP \geq 2,5 cm en las 20 parcelas (2 ha). De estos 6.431 individuos 5.304 (82.48%) son árboles y arbustos, 391 (6,08%) son cactus o suculentas, 638 (9,92 %) son lianas y 98 (1,52%) hemiepifitos, distribuidos en 44 familias, 85 géneros y 110 especies. Asimismo de estos 6.431 individuos, 1.495 individuos presentaron un DAP \geq 10 cm (Anexo 5), distribuidos en 35 familias, 68 géneros y 81 especies.

Del total de especies registradas tres corresponden a probables especies nuevas para la ciencia que aun están siendo descritas por especialistas del Herbario Nacional de Bolivia (LPB) y el Missouri Botanical Garden (MO). Entre estas tenemos a los géneros *Amyris sp. nov.*, *Bauhinia vel sp. nov.* y *Chrysophyllum sp. nov.* También se registraron cinco especies endémicas *Arrabidaea selloi*, *Calliandra chulumania*, *Kielmeyera paniculada*, *Pereskia weberiana* y *Triplaris vestita*, además se tubo un registro nuevo para el departamento de La Paz (*Terminalia triflora*), la cual solo era conocida en los departamentos de Sucre y Tarija.

Fuentes *et al.* (2004), empleando la misma metodología, en un sector del valle del Río Machariapo registraron 4.709 individuos, con 171 especies pertenecientes a 51 familias y al menos 110 géneros en 1,3 ha. Asimismo Choque (2007) reporto en 1,6 ha 5.339 individuos, repartidos en 155 especies, 105 géneros y 45 familias en el

sector de Yarimita, mostrando mayores valores de diversidad que el presente estudio. En esta misma formación boscosa Phillips & Miller (2002), reportan 463 individuos distribuidos en 28 familias y 80 especies (Cuadro 5). Torrez (2008) en el extremo norte de la formación boscosa reporta 4011 individuos de 202 especies, 139 géneros y 52 familias en el sector de San Juan-Buena hora.

Cuadro 5. Comparación de diversidad entre el presente estudio y otros que utilizaron la misma metodología.

Sector	Altitud	Tipo de bosque	N° individuos	AB m ² /0.1 ha	N° spp	N° flías	Fuente
Chiriuno*	1700-2200	Montano medio	413,75	3,8	60,9	28,63	CANQUI 2006
Tuichi, Yarimita*	892-1316	Seco subandino	334	3,7	39,4	20,81	CHOQUE 2006
Tuichi, Pintata*	818-1015	Seco subandino	362	2,9	48	24,8	FUENTES <i>et al</i> 2004
Azariamas*	701-1180	Seco subandino	321,6	2,6	44	25,9	Presente estudio
Chaquimayo	1000	Seco subandino	463	4,7	81	29	PHILLIPS Y MILLER 2002
Yanomayo	1020-1200	Seco subandino	339	-	80	28	KESSLER & HELME 1999
Quiapacá	300	Seco chiquitano	395	3,3	83	28	PHILLIPS Y MILLER 2002
Arroyo Negro*	230-390	Amazónico	228	3,4	76,3	35,18	ARAUJO-M. <i>et al.</i> 2005
Quendeque*	300-600	Amazónico	214	3,3	68	33	ARAUJO-M. <i>et al.</i> 2005
Yasuni (Ecuador)*	175-400	Amazónico	276	-	123	39,08	ROMERO SALTOS <i>et al.</i> 2005
Ampicayu (Perú)*	-	Amazónico	361	-	150	-	GRANDEZ 2001

* Sectores con valores promedio de entre 8 y 25 parcelas. AB es el área basal.

Fuente: Fuentes *et al.* 2004.

Comparando los resultados obtenidos con los estudios realizados anteriormente, observamos que Fuentes *et al.* (2004), Choque (2007) al Sur y Torrez (2008) al Norte hallaron un mayor número de especies y por lo tanto mayor diversidad, sin embargo estos sectores contactan con bosques montanos pluviestacionales, por lo que algunas especies de esta formación comparten con las especies de bosque seco. La diversidad de estos bosques secos también puede estar relacionada con otros factores como la duración de la época seca, la precipitación, la temperatura y factores edáficos. Este patrón también se evidencia comparando el resultado del presente estudio con otros realizados en Bolivia y otros países (Cuadro 5).

6.3.1.1 Índice de diversidad (H) de Shannon-Wiener

Para el análisis de los resultados obtenidos a partir del índice de Shannon-Wiener (1949), es importante recordar que este índice es sensible a los cambios en la riqueza

de especies y la abundancia de éstas, así la combinación de estos dos factores dio como resultado una diversidad real o media de (H) de 3,78. Este valor le confiere una diversidad baja al bosque seco deciduo.

Realizando una comparación de (H) del presente estudio entre diferentes sectores estudiados del bosque seco (Cuadro 6) se muestra que el sector en estudio es la menos diversa, aunque cuenta con un mayor número de individuos y muestreos.

Cuadro 6. Comparación de diversidad (H) entre el presente estudio y otros que emplearon la misma metodología en diferentes sectores del bosque seco del Madidi.

SECTOR	H	Altitud	Nº PTMs	Nº de individuos
Azariamas*	3,78	701-1180	20	6431
Cañón Azariamas	3,80	651-1005	16	5457
Pintata	4,30	818-1015	13	3944
San Juan-Buena hora	4,10	724-1170	12	4011
Virgen del Rosario	3,80	923-1164	6	1268
Yarimita	3,83	892-1316	16	5339

*Presente estudio

Fuente: Elaboración propia. Base de datos Proyecto Madidi 2008.

A pesar de poseer la mayor cantidad de parcelas, la mayor cantidad de individuos y un mayor rango altitudinal, el índice es relativamente bajo y el menor para las diferentes zonas o sectores estudiados de bosque seco del Madidi, esto puede deberse a que el sector de estudio es el que presenta mayor estacionalidad y menor precipitación.

Los trabajos reportados por Quisbert (2004), en un bosque cercano a Tumupasa y en bosques amazónico preandinos próximos al Tuichi; registran valores de (H) de 4,33 y 4,7 respectivamente. Así mismo para un bosque primario en la ecoregión del Choco ecuatoriano el valor de (H) es de 4,44, en PPM de 1ha (DAP \geq 10cm).

Sin embargo estudios realizados en diferentes sitios del Neotrópico por Gentry (1988), en transectas de 2 x 500 m (0.1ha) (DAP \geq 2.5 cm) muestra para el sector de Venceremos Perú 6,63, en la Planada y Farallones de Cali Colombia 5,14 y 6,48 respectivamente. Estos valores elevados de (H), probablemente se deban a la

formación vegetal, las metodologías empleadas por los investigadores, situación topográfica, la distancia entre unidades de muestreo y la intensidad de muestreo.

6.3.2 Importancia ecológica de las especies y familias del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas

6.3.2.1 Abundancia

Las 10 especies con mayor abundancia fueron *Trichilia catigua* con 920 individuos (14,31%), siendo esta la más abundante del bosque seco deciduo, que junto a *Capparis polyantha* (391), *Oxandra espintana* (341), *Lonchocarpus obtusus* (235), *Astrocacia jacobinensis* (194), *Capparis coimbrana* (181), *Phyllostylon rhamnoides* (181), *Machaerium scleroxylon* (179), *Opuntia brasiliensis* (178) y *Praecereus euchlorus* (177) representan en conjunto el 50,8% de los individuos (Figura 17). Mientras que las 97 especies restantes y las 3 morfoespecies constituyen en conjunto el (49,2%) de los individuos (Anexo 6).

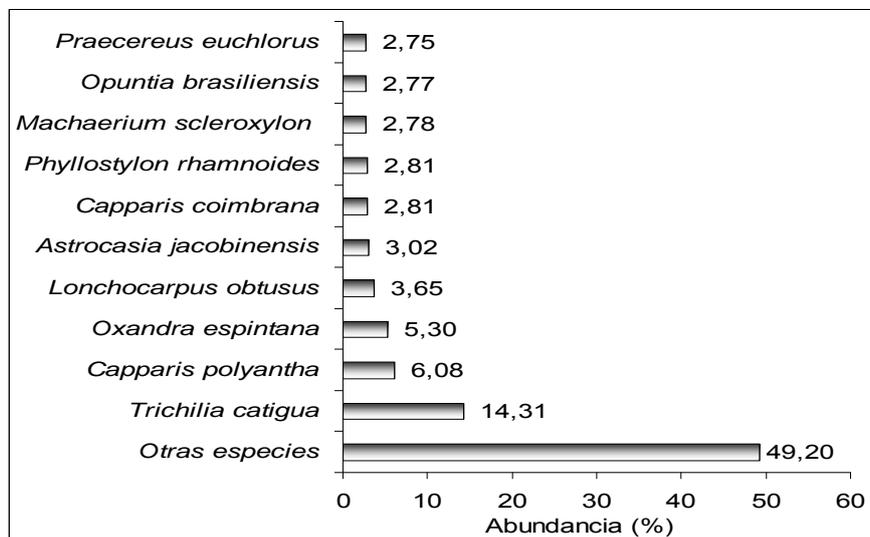


Figura 17. Especies más abundantes del bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas.

Las 10 familias con mayor número de individuos en orden de importancia fueron Fabaceae y Meliaceae ambas con 1.040 individuos (32,4%), le siguen, Capparaceae, Euphorbiaceae, Cactaceae, Annonaceae, Ulmaceae, Nyctaginaceae, Rutaceae y

Myrtaceae que representan el (72,3%) del total de individuos. Las 34 familias restantes representan apenas el (27,7%). Las familias que cuentan con los valores más bajos de abundancia fueron Cochlospermaceae y Piperaceae por contar con un solo individuo (Figura 18).

Los géneros con mayor número individuos están representados por *Trichilia* (1040), *Capparis* (572), *Oxandra* (341), *Lonchocarpus* (235) y *Machaerium* (200).

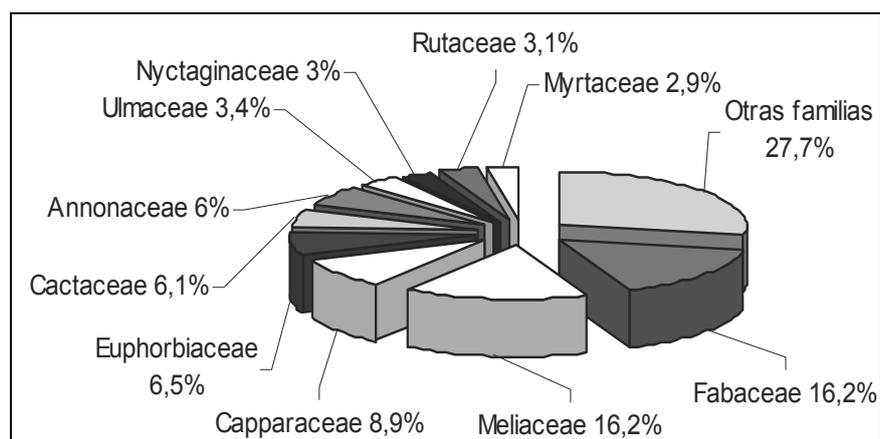


Figura 18. Familias más abundantes en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.

Los resultados obtenidos, muestran una similitud con otros trabajos realizados en este mismo tipo de formación boscosa. Empleando la misma metodología, en las proximidades del Río Machariapo tributario del Río Tuichi Fuentes *et al.* (2004), encontraron entre las 10 especies más abundantes a *Phyllostylon ramnoides*, *Astrocasia jacobinensis*, *Trichilia catigua* y *Opuntia brasiliensis*, lo cual coincide con el presente trabajo.

En otro sector del valle del Tuichi en el sector de Yarimita, Choque (2007), reporta entre las diez especies más abundantes a *Oxandra espiñana* y *Phyllostylon rhamnoides*. Uslar *et al.* (2004), en un bosque seco semidecídulo dentro el Jardín Botánico de Santa Cruz, en una parcela permanente 1ha (DAP≥10cm), reportan a *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Myrciaria cauliflora* como las más abundantes. Así mismo, con esta misma metodología en el bosque Chiquitano

Killeen (1997), mencionan a *Anadenanthera colubrina*, *Piptadenia viridiflora* y *Acosmium cardenasii* como las más abundantes.

Se puede notar que estos bosques estudiados son diferentes pues las especies encontradas como las más abundantes por estos investigadores no son las mismas que las del presente estudio pero si comparten muchas especies en proporciones y abundancia desiguales según las zonas de estudio.

Uno de los factores para que exista una abundancia mayor de ciertas especies es la selectividad que juegan los depredadores en prevenir la dominancia de unas pocas especies (favoreciendo, la coexistencia de muchas) han sido bien demostrado por Janzen (1970) citado por Wadsworth (2000), quien ha estudiado los bosques tropicales en ambos hemisferios. Sin embargo, pocos están dispuestos a considerar al componente animal como fuerza de selección poderosa en la evolución de las plantas.

El mismo autor menciona que la abundancia de cualquier árbol en el bosque; aparentemente, no la 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, también al resultado de los cambios ambientales del pasado. Estas relaciones parecen lógicas, pero las verdaderas diferencias en la abundancia de plántulas están regidas, además, por la capacidad de germinación de las semillas.

La cantidad de progenie por especie en el bosque no es proporcional a la cantidad de árboles maduros (Harper 1977 citado por Wadsworth 2000). Aparentemente, la capacidad reproductiva de un árbol por sí sola no determina su abundancia en el bosque. En el bosque seco el factor limitante para algunas especies es la duración de la época seca. El suelo superficial permanece seco y las temperaturas son elevadas, condiciones que no dan oportunidad a que la progenie de algunas especies sobreviva.

Publicaciones efectuados por Fuentes *et al.* (2004), Cayola *et al.* (2005), Killeen (1997), y Kessler & Helme (1999), muestran que fabaceae es la familia que tiene una amplia densidad, junto con Meliaceae, ambas familias importantes en este estudio.

Gentry (1995a), consideraba que una de las características de los bosques secos es tener a Fabaceae como la familia con mayor abundancia. Además de encontrarse en todo tipo de ambientes, desde el ártico hasta la zona tropical, son mas abundantes en las zonas tropicales tanto en zonas húmedas y secas, presentando diferentes formas de vida (árboles, arbustos, hierbas, trepadoras y lianas), lo cual es corroborado con los resultados obtenidos en presente estudio.

6.3.2.2 Dominancia o área basal

El resultado obtenido para el Área Basal (AB) o dominancia total fue de 52,47 m² para las 2 has, es decir 26,24 m²/ha, con un promedio de 2,62 m²/0.1ha. Las 10 especies con mayor AB fueron *Anadenanthera colubrina*, *Trichilia catigua*, *Ximenia americana*, *Capparis polyantha*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Machaerium scleroxylon*, *Oxandra espintana*, *Holocalyx balansae* y *Piptadenia excelsa*. Estas especies acumulan el 27,95% del AB total, mientras que las otras 100 especies proporcionan el 72,05% del total (Cuadro 7).

Cuadro 7. Las diez especies dominantes del bosque seco deciduo del PN y ANMI Madidi.

Especie	Dominancia absoluta (m²/ha)	Dominancia relativa (%)
<i>Anadenanthera colubrina</i>	2,7	5,2
<i>Trichilia catigua</i>	1,8	3,45
<i>Ximenia americana</i>	1,8	3,4
<i>Capparis polyantha</i>	1,7	3,25
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	1,6	3,05
<i>Machaerium scleroxylon</i>	1,3	2,45
<i>Oxandra espintana</i>	1,1	2,1
<i>Holocalyx balansae</i>	1	1,9
<i>Lonchocarpus obtusus</i>	0,95	1,85
<i>Piptadenia excelsa</i>	0,7	1,3
Otras especies	11,55	72,05
Parcial	26,24	100

Fabaceae es la familia dominante, seguida por Ulmaceae, Meliaceae, Capparaceae, Olacaceae, Annonaceae, Anacardiaceae, Cactaceae, Bignoniaceae y Sapotaceae.

Estas 10 familias representan el (38,35%) del área basal total, mientras que las familias restantes conforman el (61,45%). La presencia de suculentas de la familia Cactaceae es notoria, con 1,35% de los tallos inventariados, sin embargo solo representan 0,7 m²/ha de AB (Cuadro 8).

Cuadro 8. Las diez familias con mayor dominancia en el bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas.

Familia	Dominancia absoluta (m²/ha)	Dominancia relativa (%)
Fabaceae	7,9	15,05
Ulmaceae	2,2	4,15
Meliaceae	2,1	4
Capparaceae	1,95	3,7
Olacaceae	1,8	3,4
Annonaceae	1,3	2,5
Anacardiaceae	1	1,95
Cactaceae	0,7	1,35
Bignoniaceae	0,7	1,35
Sapotaceae	0,6	1,1
Otras familias	5,95	61,45
Total	26,24	100

Fuente: Elaboración propia

Comparando el valor hallado de AB con los obtenidos por Fuentes *et al.* (2004), muestra un área basal de 37,7 m² en 1,3 ha (29 m²/ha) con un promedio por parcela de 2,9 m²/0,1 ha. Estudios realizados en otros sitios de bosque seco como Brow *et al.* (1985), en un bosque semideciduo en el norte de Argentina; Saldias (1991), en bosque semideciduo en el Jardín Botánico de Santa Cruz; Caballero & Jørgensen (2005), en un bosque Tucumano Boliviano, reportaron un promedio de (30 m²/ha) mostrando una dominancia mayor al presente estudio.

Por otro lado el AB hallado (26,24 m²/ha) es superior al promedio hallado por Guillen (1997), en el bosques seco semideciduo del Parque Nacional “Noel Kempff Mercado” con un promedio de 18,6 m²/ha, Cayola *et al.*; (2005), que reporta 20 m²/ha en una PPM de 1ha, en el del Río Machariapo y a los bosques secos del Caribe que se encuentran entre 15 a 21 m²/ha, pero es semejante a los 26 m²/ha reportados para

Chamela (México) Lott *et al.* (1987) citado por Killeen (1997), y a los 27,6 m²/ha hallado en la Chiquitania por (Killeen, 1997).

Este hecho puede deberse a la relación existente entre el área basal (diámetro) y el número de individuos presentes en las respectivas parcelas de muestreo, así por ejemplo Choque (2007), reportó 5.339 individuos y Fuentes *et al.* (2004), con 4.709 individuos, cifras inferiores a las del presente estudio pero con valores semejantes de AB.

Esta diferenciación en cuanto al AB puede estar también atribuida a los rangos de altura. Según Wasburne (2000), demostró que existen variaciones de AB con la elevación sobre el nivel del mar; este estudio arrojó un promedio de 22 m²/ha a elevaciones entre 50 y 600m; de 28 a 31 m²/ha entre 600 y 3000 msnm y sólo 18 m²/ha a elevaciones de 3.000 a 3.300 msnm. Pero también se debe a que la mayoría de los individuos tenían tallos múltiples, y la vegetación en general se presentaba en numerosos tallos delgados.

Estos resultados se asemejan en parte a los encontrados por Zenteno (2004), Choque (2007) y SERNAP (2002), en diferentes zonas de estudio en el valle del río Tuichi, los que de igual forma mencionan a *Anadenanthera colubrina* como la especie con mayor AB, por ser una especie común. En relación a las familias se asemejan a los hallados por Cayola *et al.* (2005), Zenteno (2004) y Fuentes (2004), donde mencionan a Fabaceae como la familia con los valores más altos de AB y también la más diversa.

Gentry (1995) observo a esta familia como la dominante, así mismo Saldias (1991), Killeen *et al.* (1998), en estudios con otros bosques secos de igual modo mencionan a Fabaceae como la familia con mayor AB y también la mas diversa. Igualmente Gentry (1995); Saldias (1991), indican que gran parte de los bosques secos neotropicales es dominado por Fabaceae que normalmente es arborescente en consecuencia con mayor AB y Bignoniaceae que mayormente son lianas. Los resultados obtenidos en este estudio confirman esta particularidad.

6.3.2.3 Frecuencia

Empleando la clasificación de frecuencias absolutas de Lamprecht (1990), se encontraron valores altos en las clases I-II y valores bajos en las clases IV-V lo que significa una heterogeneidad florística acentuada. Cuando los valores de frecuencia son bajos en las clases I-II existencia de una composición florística homogénea o parecida. Entonces se afirma en este caso que el bosque estudiado es heterogéneo por concentrar el (65%) de las especies en las frecuencias I y II (Figura 19).

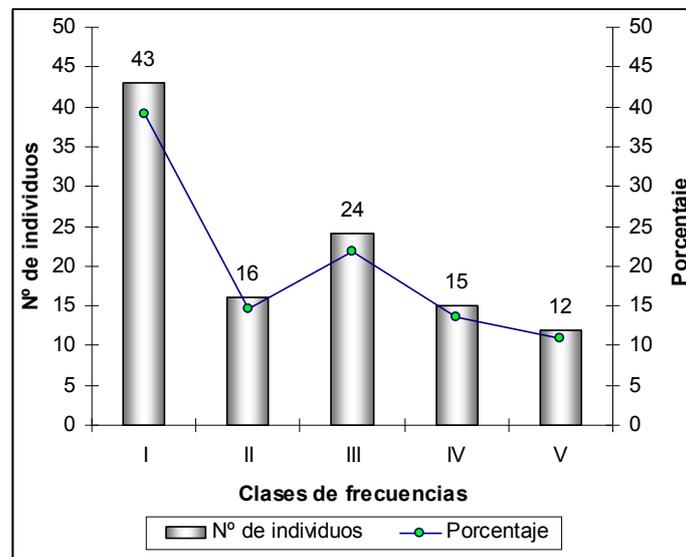


Figura 19. Diagrama de distribución de frecuencias de especies en el bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas. El número sobre las barras representa el número de especies.

Este valor alto en las primeras dos frecuencias se debe a la cantidad de parcelas inventariadas y al tamaño de estas (0,1 ha). Asimismo cuanto más grandes sean las parcelas, mayor será la cantidad de especies que tendrán acceso a clases altas de frecuencia (Lamprecht, 1990).

La heterogeneidad de los bosques se basa en variaciones microambientales muy intrincadas. Richards (1953) citado por Wadsworth (2000), observó que la mayoría de las especies ocurren a través de grandes extensiones, sugiriendo que su ocurrencia quizás varíe con la región, en respuesta a leves cambios de topografía, suelo y microclima. Posiblemente la explicación más loable de la heterogeneidad en la composición del

bosque tropical está en la infinita variedad de circunstancias que influyen en la reproducción. El hecho que tales influencias varíen también con el tiempo aumenta la incógnita.

Las 10 especies mas frecuentes en el área de estudio fueron: *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Lonchocarpus obtusus*, *Opuntia brasiliensis*, *Ximenia americana*, *Machaerium scleroxylon*, *Achatocarpus praecox*, *Anadenanthera colubrina*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Piptadenia excelsa*. Estas especies representan una frecuencia relativa del 20,86%, mientras que el resto suma una frecuencia relativa de 79,14% (cuadro 9).

Cuadro 9. Las 10 especies más frecuentes en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.

Nombre Científico	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
<i>Trichilia catigua</i>	20	2,25
<i>Capparis polyantha</i>	20	2,25
<i>Lonchocarpus obtusus</i>	20	2,25
<i>Opuntia brasiliensis</i>	20	2,25
<i>Ximenia americana</i>	19	2,14
<i>Machaerium scleroxylon</i>	18	2,03
<i>Achatocarpus praecox</i>	18	2,03
<i>Anadenanthera colubrina</i>	17	1,92
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	17	1,92
<i>Piptadenia excelsa</i>	16	1,8
Otras especies	702	79,14
Total general	887	100

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las 10 familias con mayores valores de frecuencia fueron Fabaceae, Capparaceae, Meliaceae, Trigoniaceae, Ulmaceae, Cactaceae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Olacaceae y Achatocarpaceae presentes en más del ochenta por ciento de las parcelas (Cuadro 10).

Cuadro 10. Las 10 familias más frecuentes en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.

Familia	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
Fabaceae	20	3,9
Capparaceae	20	3,9
Meliaceae	20	3,9
Trigoniaceae	20	3,9
Ulmaceae	20	3,9
Cactaceae	20	3,9
Bignoniaceae	19	3,7
Euphorbiaceae	19	3,7
Olacaceae	19	3,7
Achatocarpaceae	18	3,5
Otras familias	322	62,3
Total	517	100

Estos resultados, concuerdan con los encontrados por Fuentes *et al* (2004), en el bosque seco del valle del río Machariapo, que muestran a *Anadenanthera colubrina*, *Opuntia brasiliensis*, y los géneros *Trichilia* y *Allophylus* con valores altos de frecuencia, sin embargo, se puede apreciar la presencia de otras especies que también presentan valores altos de frecuencia, lo cual se debe a la especificidad de hábitat que presentan las especies, relacionado mas a la biogeografía que al ambiente (Gentry 1995b).

Lo más probable para la distribución de las especies comunes esta determinada principalmente por las relaciones entre la floración, fructificación, dispersión y creación de claros en el bosque.

La familia más frecuente es Fabaceae que tiene una buena distribución en la amazonia Wittman *et al.* (2002), hecho que coincide con los trabajos como el de (Smith & Killeen, 1998; Kessler & Helme, 1999).

Los valores de frecuencia hallados pueden depender del tamaño de las parcelas. Cuanto más grandes sean estas, mayor cantidad de especies y familias tendrán acceso a clases altas de frecuencia. Por lo tanto, solo son estrictamente comparables

los diagramas de frecuencias obtenidos a partir de parcelas de muestreo con igual tamaño de parcelas.

6.3.2.4 Diversidad familiar

Las 10 familias con el mayor número de especies encontradas en el área de estudio se muestran en la figura 20 y en su conjunto constituyen el 58,18%. Siendo las más diversas: Fabaceae (20 sp.), Myrtaceae (8 sp), Cactaceae (7 sp.), Euphorbiaceae (6 sp.), Bignoniaceae y Nyctaginaceae ambas con (5 sp.), Polygonaceae (4 sp.), Bombacaceae, Flacourtiaceae y Meliaceae con 3 sp. Las familias que cuentan con mayor número de géneros son Fabaceae (14), Cactaceae (6), Myrtaceae (5), Euphorbiaceae (4) y Flacourtiaceae (3).

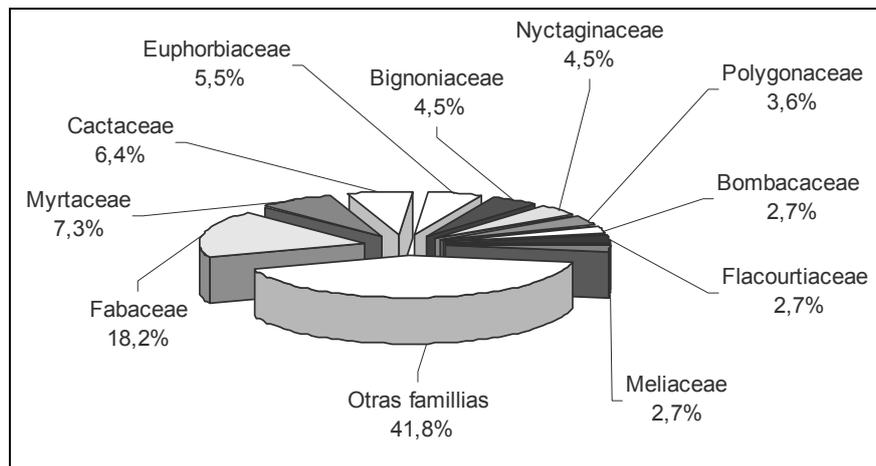


Figura 20. Diversidad de familias en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas.

Los resultados obtenidos, muestran similitud con otros estudios realizados en este mismo tipo de formación boscosa. Para el valle del río Machariapo Cayola *et al.* (2005), reporta a Fabaceae, Myrtaceae, Bombacaceae, Cactaceae, Flacourtiaceae, Meliaceae y Polygonaceae, como las familias con mayor diversidad de especies e individuos con DAP ≥ 10 cm. a pesar de usar diferentes metodologías, 8 coinciden con las reportadas en el presente estudio.

Choque (2007), reportó para las 16 parcelas del sector de Yarimita a Fabaceae, Myrtaceae, Rubiaceae, Bignoniaceae, Nyctaginaceae, Meliaceae, Apocynaceae,

Malpighiaceae, Polygoniaceae, Flacourtiaceae y Ulmaceae, de estas 10 familias, 7 de ellas también fueron registradas como las más diversas para las 20 parcelas de Azariamas.

Nuestros resultados encajan con lo que expresaron Kessler & Helme (1999), Fuentes *et al.* (2004) y Zenteno (2004), los que reportaron a Fabaceae como la familia con mayor número de especies en el bosque seco andino, esto coincide además con la característica general de los bosques secos, que es tener numerosos representantes de Fabaceae. Como es el caso de Fuentes *et al.* (2004) y Choque (2007), para esta misma formación encontraron 34-32 especies de Fabaceae en 1,3 y 1,6 ha respectivamente, siendo mayores al presente trabajo.

El hecho que Fabaceae y Myrtaceae sean las familias más abundantes en el valle de Azariamas y en otras parcelas del bosque seco no es de extrañar, ya que dichas familias están ampliamente distribuidas tanto en áreas húmedas, semihúmedas como áridas de las tierras bajas y el piso andino en los bosques tropicales del Neotrópico (Ibisch & Mérida 2003). Además la diversidad de estas familias puede estar relacionada con la adaptación que presentan estas especies semicaducifolias y caducifolias.

Los ecosistemas con muchas especies generalmente se encuentran en ambientes con poca fluctuación climática a través del tiempo. Ese ha sido el caso en los trópicos húmedos y en las zonas subtropicales Stern & Roche (1974) citado por Wadsworth (2000), desde el período Cretáceo, estas regiones en su mayoría no sufrieron glaciación Ashton & Brunig (1975) citados por Wadsworth (2000).

Longman & Jenik (1978), indican que si bien se dieron algunos cambios climáticos durante el Pleistoceno (glaciación), especialmente en el neotrópico, siempre quedaron refugios fragmentados y aislados para los bosques húmedos. Esto hace suponer que la mayoría de las especies han evolucionado hasta alcanzar un alto grado de competencia y especiación.

Whitmore (1982) citado por Wadsworth (2000), señala 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; esta es la hipótesis de la perturbación intermedia de Connell & Orians (1964), algunas se consideran continuas y facilitan la coexistencia de bosques maduros y de otras etapas.

6.3.3 Importancia ecológica en el bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas

El estudio del Índice de Valor de Importancia (IVI) es el resumen de todos los valores fitosociológicos que se efectúa para cada especie y familia en un análisis estructural, o sea, representa para cada especie y familia determinada el peso de su importancia ecológica dentro de toda comunidad.

Es prácticamente imposible estudiar en detalle el IVI para cada una de las especies y familias por separado. Se concentrara en este estudio fundamentalmente a las 10 primeras especies y familias según el rango, ya que según se ha demostrado Finol (1971), son las que mas influyen en la carga fitosociológica general de la comunidad.

6.3.3.1 Índice de Valor de Importancia por especie (IVI)

A continuación se representan las 20 especies más importantes, según el Índice de Valor Importancia por especie (IVI) encontrado en las 20 parcelas instaladas en el bosque seco deciduo de Azariamas PN y ANMI Madidi.

Las 10 principales especies con mayores valores de IVI fueron: *Trichilia catigua*, que tiene el mayor numero de individuos y el segundo en dominancia, aunque los fustes son relativamente delgados. La segunda especie en importancia es *Capparis polyantha*, que, ocupa el cuarto lugar en dominancia y el segundo en abundancia.

Anadenanthera colubrina cuenta con bajos valores de abundancia y frecuencia, pero sobre sale por su dominancia; *Oxandra espihana* tiene valores moderadamente altos para sus tres parámetros cuantitativos, ocupando el cuarto lugar en importancia;

mientras que *Ximenia americana*, cuenta con una baja abundancia pero ocupa el tercer lugar en dominancia, ocupando junto con *Phyllostylon rhamnoides* el quinto y sexto lugar en importancia. Les siguen *Machaerium scleroxylon*, *Lonchocarpus obtusus*, *Holocalyx balansae* y *Opuntia brasiliensis* (Cuadro 11), estas especies en conjunto representan el 39,18 % del total. La lista completa del IVI de todas las especies se incluye en el Anexo 7.

Cuadro 11. Las 20 especies más importantes en 2 ha del bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas PN y ANMI Madidi.

Nombre científico	Abundancia Absoluta.	Abundancia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	IVI (%)
<i>Trichilia catigua</i>	920	14,31	3,64	6,93	20	2,25	7,83
<i>Capparis polyantha</i>	391	6,08	3,44	6,55	20	2,25	4,96
<i>Anadenanthera colubrina</i>	74	1,15	5,45	10,38	17	1,92	4,48
<i>Oxandra espiñana</i>	341	5,3	2,19	4,17	13	1,47	3,65
<i>Ximenia americana</i>	121	1,88	3,58	6,82	19	2,14	3,61
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	181	2,81	3,19	6,08	17	1,92	3,61
<i>Machaerium scleroxylon</i>	179	2,78	2,58	4,91	18	2,03	3,24
<i>Lonchocarpus obtusus</i>	235	3,65	1,92	3,65	20	2,25	3,19
<i>Holocalyx balansae</i>	128	1,99	2,02	3,85	12	1,35	2,4
<i>Opuntia brasiliensis</i>	178	2,77	0,85	1,62	20	2,25	2,21
<i>Achatocarpus praecox</i>	142	2,21	1,04	1,98	18	2,03	2,07
<i>Piptadenia excelsa</i>	75	1,17	1,39	2,65	16	1,8	1,87
<i>Tabebuia ochracea</i>	86	1,34	1,31	2,49	15	1,69	1,84
<i>Capparis coimbrana</i>	181	2,81	0,46	0,88	15	1,69	1,8
<i>Zanthoxylum fagara</i>	119	1,85	0,88	1,67	16	1,8	1,78
<i>Neea bangii</i>	148	2,3	0,62	1,19	16	1,8	1,77
<i>Praecereus euchlorus</i>	177	2,75	0,34	0,65	12	1,35	1,58
<i>Astrocasia jacobinensis</i>	194	3,02	0,31	0,59	10	1,13	1,58
<i>Chrysophyllum sp. nov.</i>	97	1,51	1,15	2,19	8	0,9	1,53
<i>Celtis loxensis</i>	35	0,54	1,19	2,26	14	1,58	1,46
Otras especies	2429	37,77	14,95	28,492	571	64,374	43,546
Total general	6431	100	52,47	100	887	100	100

Fuente: Elaboración propia

Boom (1986) sostiene que aunque nunca se encontrará una única especie importante en el bosque tropical sin limitaciones de suelo, un pequeño grupo de árboles domina cualquier área de bosque. El presente estudio corrobora esta tendencia, mostrando

que existe un grupo de especies dominantes (o importantes), entre las que figuran *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Anadenanthera colubrina* y *Oxandra espihana*.

Estos resultados tienen relación con otros estudios que mencionan estas especies como importantes dentro de las parcelas del Bosque seco de la región de Madidi. Fuentes *et al.* (2004), registraron como la especie de mayor importancia ecológica a *Phyllostylon rhamnoides*, *Anadenanthera colubrina*, *Trichilia catigua* y *Capparis coimbrana* además de otras especies como *Ximenia americana* y *Machaerium scleroxylon*.

Killeen (1997), en estudios realizados en la Chiquitania reportan a *A. colubrina*, *A. urundeuva*, *C. fissilis*, *M. acutifolium*, *P. rhamnoides*, *G. Integrifolia*, *Schinopsis brasiliensis* y *M. scleroxylon*, lo cual demuestra una cierta relación con el presente estudio.

Para las parcelas instaladas en Chaquimayo río Machariapó y valle del río Tuichi (Foster, 1991; Gentry, 1991), valle del río Tuichi y (Kessler & Helme, 1999), también se menciona a *Anadenanthera colubrina* como la especie más importante. Este hecho coincide con el presente trabajo.

La presencia de *Anadenanthera colubrina*, concuerda con otros trabajos que la señalan como una especie muy común, con una distribución muy amplia además es característica de los bosques secos del Neotropico (Fuentes *et al.* 2004; Guillen, 1997 y Kessler & Helme, 1999). Así mismo en las ecuatorianas y peruanas (Smith & Killeen 1995 y Pitman *et al.* 2001).

6.3.3.2 Índice de valor de importancia por familia (IVIF)

Las 10 principales familias de acuerdo al IVIF fueron: Fabaceae que esta representado con 20 sp, un elevado número de individuos y con la mayor AB, además de ser la mas frecuente, claramente es la mas importante con el 21,47%, le sigue Meliaceae, de igual manera con un numero elevado de individuos, pero con 3 sp y dominancia baja. Posteriormente las familias Capparaceae, Cactaceae,

Euphorbiaceae, Ulmaceae, Ulmaceae, Annonaceae, Myrtaceae y Bignoniaceae, las que representan en conjunto el 65,42% del total. Las familias restantes representan solo el 34,58% (Cuadro 12). La lista completa del IVIF de todas las familias se incluye en el Anexo 8.

Cuadro 12. Las 20 familias más importantes en 2 ha del bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas PN y ANMI Madidi.

Familia	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	Diversidad Absoluta	Diversidad Relativa	IVIF (%)
Fabaceae	1040	16,17	15,78	30,06	20	18,18	21,47
Meliaceae	1040	16,17	4,21	8,03	3	2,73	8,98
Capparaceae	572	8,89	3,9	7,43	2	1,82	6,05
Cactaceae	391	6,08	1,44	2,74	7	6,36	5,06
Euphorbiaceae	421	6,55	0,99	1,88	6	5,45	4,63
Ulmaceae	216	3,36	4,38	8,35	2	1,82	4,51
Annonaceae	386	6	2,62	5	2	1,82	4,27
Myrtaceae	185	2,88	0,78	1,48	8	7,27	3,88
Bignoniaceae	181	2,81	1,44	2,74	5	4,55	3,37
Olcaceae	121	1,88	3,58	6,82	1	0,91	3,2
Nyctaginaceae	200	3,11	0,9	1,71	5	4,55	3,12
Polygonaceae	126	1,96	1,14	2,17	4	3,64	2,59
Rutaceae	198	3,08	1,02	1,94	3	2,73	2,58
Anacardiaceae	39	0,61	2,05	3,9	2	1,82	2,11
Sapotaceae	106	1,65	1,16	2,22	2	1,82	1,89
Flacourtiaceae	100	1,55	0,63	1,19	3	2,73	1,82
Bombacaceae	52	0,81	0,94	1,79	3	2,73	1,78
Achatocarpaceae	142	2,21	1,04	1,98	1	0,91	1,7
Celastraceae	97	1,51	0,77	1,47	2	1,82	1,6
Phytolaccaceae	140	2,18	0,3	0,57	2	1,82	1,52
Otras familias	533	8,29	6,01	11,46	30	27,27	15,67
Total general	6431	100	52,47	100	110	100	100

Fuente: Elaboración propia

La importancia de Fabaceae como una de las principales familias del área de estudio coincide con los trabajos de Fuentes *et al.* (2004), Kessler & Helme (1999), que también mencionan a Fabaceae como la principal familia. Así mismo, Killeen (1997), y en tres bosques en Tefé Brasil y Ayres (1995) citado por Nebel *et al.* (2000), sugieren que Fabaceae se encuentra entre las 10 familias más importantes en el Neotropico.

Balslev *et al.* (1987), también, presenta a la familia Fabaceae como la más importante, después de Moraceae y Arecaceae. Para el bosque amazónico preandino de Rudidi Calzadilla (2004), también registra a Fabaceae entre las principales familias, acompañada de Arecaceae y Moraceae. Marino & Pensiero (2003), también reporta a la familia Fabaceae como la familia más importante para la porción oriental de la región Chaqueña.

Otros estudios recientes efectuados por Campos (2007); Torrez (2008) y Paredes (2008), en diferentes sectores del Bosque seco del Madidi dan a conocer que Fabaceae goza de una amplia distribución en los bosques Neotropicales.

Los resultados obtenidos en el área de estudio en relación a los Índices de Importancia, corroboran el planteamiento de que en los bosques tropicales siempre existe un grupo de familias dominantes y especies con importancia dentro de la composición del bosque y estos taxones se repiten en áreas extensas (Boom 1986, Pitman *et al.* 2001). Un hecho importante de mencionar para el presente estudio es la presencia de Moraceae, Sapotaceae, Annonaceae y Lauraceae como las familias con menor importancia (0,91 a 1,82%) ya que estas familias son característicos de los bosques húmedos de la Amazonia y los Andes.

Esta baja presencia puede estar relacionada con ciertos factores ambientales que requieren los representantes de estas familias, es así que a estos se los puede encontrar en situaciones topográficas de fondos de valle, por tener una mayor disponibilidad de humedad y reciben el beneficio de la deposición coluvial y quizás contengan material recientemente meteorizado lo cual podría explicar la afinidad con otras formaciones boscosas.

6.4 Estructura del bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas

6.4.1 Estructura vertical

Separando los árboles en clases de alturas y sin incluir a las lianas en este análisis (Figura 22), se registró la presencia de mayor cantidad de individuos en la clase

altimétrica de 5-9,99 m con 3.143 individuos (54,26%). Llegando a ser además la clase con mayor diversidad 35 familias, 71 géneros y 85 especies. En esta clase altimétrica las especies más representativas son *Trichilia catigua* (539), *Capparis polyantha* (221), *Oxandra espintana* (175), *Lonchocarpus obtusus* (133) y *Astrocasia jacobinensis* (101).

Otra clase altimétrica con abundantes individuos es la clase altimétrica < 4,99 m con 1.712 individuos (29,55%), con 35 familias, 70 géneros y 85 especies, siendo las representativas *Trichilia catigua* (334), *Capparis coimbrana* y *Capparis polyantha* ambos con (108), *Opuntia brasiliensis* (96) y *Astrocasia jacobinensis* (93).

El intervalo de clase 10-14,99 m con 805 individuos (13,9%) con 31 familias, 54 géneros, 63 especies, siendo las más representativas *Lonchocarpus obtusus* (79), *Oxandra espintana* (76), *Machaerium scleroxylon* (75), *Capparis polyantha* (56) y *Trichilia catigua* (46).

Los intervalos 15-19,99 y 20-25 m, en conjunto representan 121 individuos (2,09%) con 16 familias, 27 géneros, 31 especies, siendo las más representativas *Anadenanthera colubrina* (27), *Oxandra espintana* (13), *Celtis loxensis* y *Phyllostylon rhamnoides* (9).

El intervalo de clase > 25 m esta representado por 12 individuos (0,21%), teniendo entre las especies con mas individuos a, *Anadenanthera colubrina* (3) y *Phyllostylon rhamnoides* (2), las restantes poseen un solo individuo (Figura 21).

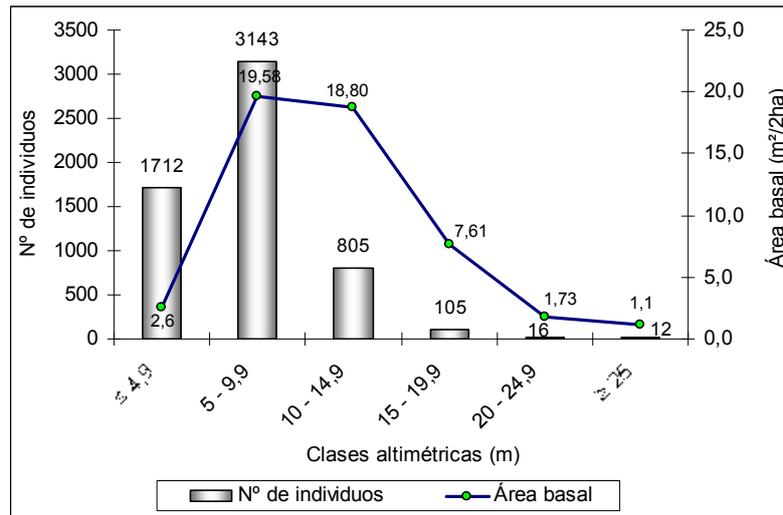


Figura 21. Representación de la estructura vertical en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas. El histograma muestra la abundancia de los individuos según la clase diamétrica y la línea muestra la distribución del área basal según las clases diamétricas.

La estructura vertical según Murphy & Lugo (1986), cuadro 13 para los bosques secos, está dividida básicamente en tres estratos. Para nuestro estudio el primer estrato corresponde al vuelo forestal (Sotobosque arbustivo) con una altura < 7 m con 3.568 individuos (55,48% de los árboles y arbustos) 88 especies (80%), siendo el estrato más diverso en la mayoría de las parcelas. Las especies que dominan este estrato son *Trichilia catigua* (20,21%), *Capparis polyantha* (5,89%), *Astrocasia jacobinensis* (4,85%), *Oxandra espintana* (4,76%) y *Capparis coimbrana* (4,51%).

El estrato medio (Sotobosque arbóreo) con una altura entre 7-13,9 m con 2.054 individuos (31,94%) de los árboles y cuenta con 85 especies, de las cuales las que dominan son *Trichilia catigua* (9,64%), *Capparis polyantha* (8,62%), *Oxandra espintana* (7,55%), *Lonchocarpus obtusus* (7,06%) y *Machaerium scleroxylon* (6,13%).

En el estrato superior (Dosel) se encuentra menos del 2,5% de los árboles 154 individuos y con solo 34 especies. Entre las especies que dominan este estrato se encuentran *Anadenanthera colubrina* (20,13%), *Oxandra espintana* (10,39%), *Phyllostylon rhamnoides* (7,79%), *Machaerium scleroxylon* (6,49%) y *Celtis loxensis* (5,84%). Los árboles emergentes fueron individuos de *Anadenanthera colubrina* y *Ceiba speciosa* que alcanzan alturas de 27 m (Figura 22).

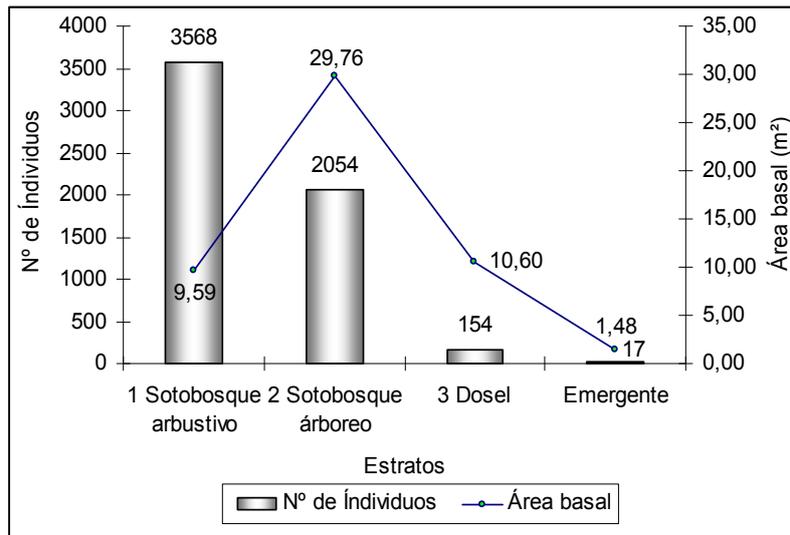


Figura 22. Representación de los estratos del bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamas. El histograma muestra la abundancia de los individuos según los estratos y la línea muestra la distribución del área basal según los estratos.

En el presente estudio la estratificación se manifiesta en la distribución de los árboles en clases altimétricas y de acuerdo a esto el bosque presenta una estructura basada en tres estratos; sotobosque, dosel inferior, dosel superior y emergente (Cuadro 13). Esta misma estratificación también ha sido reportada para el bosque seco de Yarimita (Choque 2007), río Machariapo (Cayola *et al.* 2005), y en otros estudios en bosques del Neotrópico pero no así en bosques húmedos donde se presentan 4, 5 o más estratos.

Estos estratos no son siempre fáciles de reconocer, tornándose a veces imposible de distinguirlos objetivamente ya que son de naturaleza discontinua y los límites entre estratos son generalmente arbitrarios. También el número de estratos de la vegetación se relaciona con la humedad y la calidad del suelo, cuanto menores sean las condiciones favorables, tanto menor es la cantidad de estratos.

Por otro lado Temborgh (1973) citado por Wadsworth (2000), indica que para que exista más o menos estratos, es la mejor distribución de la luz que juega un rol importante en los bosques tropicales. Debido a la larga duración de la estación de crecimiento y la mayor intensidad de luz solar, producto de un mayor ángulo medio de

incidencia. Parte de estas estructuras son las estructuras poblacionales algunas de las cuales solo están presentes en ciertos estratos del bosque.

En cuanto a la diversidad se observó que el estrato más bajo (menores a 10 m de altura) es el más diverso en especies y familias. Lamprecht (1992), con relación a este estrato indica que la mayoría de las especies, pertenecen sobre todo al grupo de árboles menores de 2^{do} o 3^{er} porte, los cuales no son capaces de alcanzar el piso superior. Esto se debería a sus reducidas dimensiones, por lo que existen especies propias del sotobosque.

Otro aspecto es que estas especies tendrían mejores estrategias de adaptación y supervivencia en el sotobosque. La adaptación más obvia de esta clase de bosques es el grado de deceduosidad estacional, que varía con los niveles de precipitación anuales y la gravedad de la temporada seca.

Killeen (1997), menciona que la presencia de un elevado número de individuos en el piso inferior es una de las características de las formaciones de bosques secos, este hecho puede estar relacionado a una baja densidad de árboles grandes en comparación con los bosques húmedos; esto resulta en un dosel más abierto y por lo tanto daría origen a una mayor densidad de tallos.

Otra característica de la estructura vertical, es el registro considerable de individuos entre los 10 a 20 m de altura. Estos individuos son principalmente especies que dominan el sotobosque y en menor grado el dosel arbóreo. El 80% corresponde a individuos con un promedio de altura de 11,6 m, el restante corresponde a individuos mayores a 15 m.

Según Jones (1956) citado por Wadsworth (2000), las razones para que exista esa diferencia de alturas y cantidad de individuos se debe a que el reclutamiento de árboles se habría discontinuado en algún momento del pasado. Por otro lado Araujo-Murakami *et al.* (2006), indica que existen algunas especies que llegan a ciertas alturas y encuentran condiciones favorables para coexistir con las demás especies.

Navarro & Maldonado (2002), encontraron que el dosel de estos bosques secos esta invariablemente dominado por *Anadenanthera colubrina*, *Astronium urundeuva* y *Phyllostylon rhamnoides* lo cual coincide con el presente estudio. Similares resultados fueron obtenidos por Cayola *et al.* (2005) y Choque (2007), aunque se observo en este estudio que la especie que domina este estrato es *Anadenanthera colubrina* y las demás que le siguen se encuentran en bajas proporciones.

Durante estas etapas, los requisitos de luz varían enormemente, pero el crecimiento de los árboles de todas las especies, en toda clase de edad se estimula con una mayor iluminación Schulz (1960) citado por Wadsworth (2000), mientras tanto sobreviven durante años en lo que parece ser un estado de latencia virtual, listas para crecer si las condiciones de luz mejoran. Sin embargo, la tolerancia involucra más que la sombra; los árboles suprimidos en todos los bosques, menos en los más húmedos, deben también soportar un serio estrés por falta de agua, provocado por los árboles grandes cercanos durante la época de sequía.

Las especies emergentes coinciden con lo señalado por otros estudios realizados por Cayola *et al.* (2005), Choque (2007), Uzquiano (2007), Zenteno (2004), SERNAP (2002), donde mencionan a *Anadenanthera colubrina* como la especie emergente y dominante de este bosque. Este mismo resultado fue hallado por Killeen *et al.* (1998), en la Chiquitania y en un bosque seco semideciduo en Santa Cruz (Uslar *et al.* 2004).

Anadenanthera colubrina y *Phyllostylon rhamnoides* son especies que tienen la mayor parte de sus individuos dominantes del bosque, Aunque esta última especie tiene árboles grandes, pero la mayoría de sus individuos se encuentran como suprimidos, junto con otras especies.

Según Wadsworth (2000), menciona que las principales especies de árboles, a diferencia de los bosques secundarios, toleran la sombra, especialmente en su juventud y son de larga vida. Sin embargo los árboles emergentes que demandan luz, presentan una carencia de árboles medianos y pequeños. Es el caso de *Amburana cearensis*, que solo se la reporto en el dosel superior y no así en los demás estratos, quizá por que estos individuos solo van de paso hacia microclimas que presenten

mayores niveles de energía. Estas diferencias en el microclima permiten que especies de diferentes temperamentos se ubiquen en los niveles que satisfagan sus demandas.

Cuadro 13. Contrastes estructurales entre bosques

Característica estructural	Bosque húmedo¹	Bosque seco²
Altura del dosel (m)	20–84	10–40
Estratos del dosel (No.)	3 o más	1–3
Índice sup. foliar (m ² /m ²)	5–8	3–7
Uniformidad	Uniforme	En parches
Cubierta vegetal del suelo	<10%	baja/alta
Área basal (m ² /ha)	20–75	17–40

Fuente: Murphy y Lugo 1986.

1) Precipitación anual de >200 cm; razón de evapotranspiración potencial/precipitación >1.

2) Precipitación anual 50 a 200 cm; razón del evapotranspiración potencial/precipitación <1.

6.4.2 Estructura horizontal

En la figura 23, se observa la distribución total de área basal y número de individuos relacionados con las clases diamétricas. La distribución en clases diamétricas forma una J invertida que es típico de los bosques tropicales, con un mayor número de individuos en las clases menores y un menor número de individuos en las clases mayores (Rollet 1980 citado por Finegan 1992). Simultáneamente la curva de distribución de AB muestra que la mayor acumulación se encuentra en las clases diamétricas menores.

La clase diamétrica $\leq 9,9$ cm de DAP, cuenta con el mayor número de individuos 4.938 que corresponden al 76,78% y concentra un área basal de 11,42 m² (21,8%). Es una clase rica en especies (104 sp), algunas con alto número de individuos como *Trichilia catigua*, *Oxandra espintana*, *Capparis polyantha*, *Astrocasia jacobinensis* y *Praecereus euchlorus*.

La clase diamétrica 10-19,9 cm de DAP cuenta con 1.182 individuos menor al primero, pero acumula un área basal mayor siendo este de 18.08m² (34,5%), es también una clase rica en especies (76 sp), como *Capparis polyantha*, *Trichilia catigua*, *Machaerium scleroxylon*, *Lonchocarpus obtusus* y *Oxandra espintana*.

La clase diamétrica 20-29,9 cm de DAP con el menor número de individuos 210 que corresponden al (3,3%) y concentran un AB de 9,27m² (17,7%), representada por *Phyllostylon rhamnoides*, *Anadenanthera colubrina*, *Machaerium scleroxylon*, *Capparis polyantha* y *Piptadenia excelsa*. En las restantes clases mayores de 30 a > 50 cm de DAP, concentran un área basal baja y pocos individuos 101 (1,6%), que están representados por *Anadenanthera colubrina*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Ximenia americana*, *Celtis loxensis* y *Holocalyx balansae*.

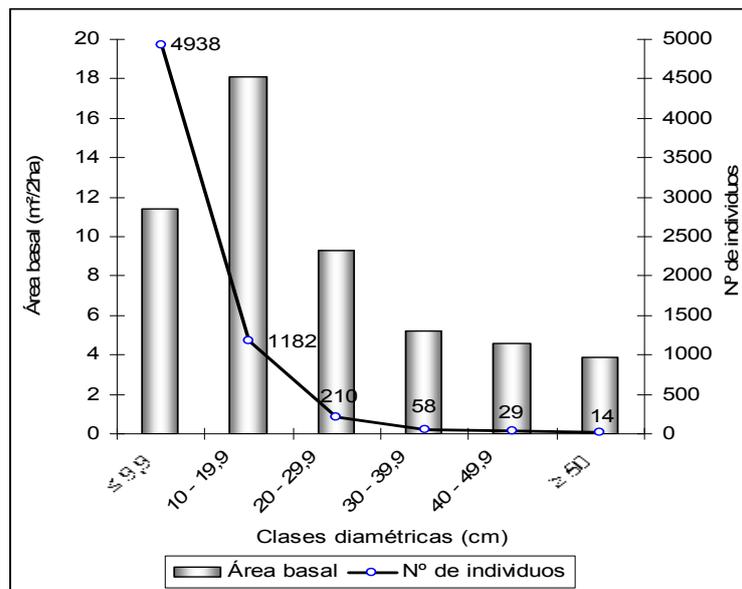


Figura 23. Representación de la estructura horizontal en el bosque seco deciduo subandino en el sector de Azariamias. El histograma muestra la distribución del área basal según las clases diamétricas y la línea muestra la abundancia según la clase diamétrica.

La distribución diamétrica en el sector de estudio en el bosque seco deciduo subandino presenta una distribución que se asemeja a una “J” invertida. Ésta es una representación proporcional de las diferentes etapas del desarrollo del bosque, donde se registran gran abundancia de individuos, mayor riqueza de especies y mayor acumulación de AB, en clases diamétricas inferiores y a medida que aumenta el diámetro el número de individuos se reduce gradualmente.

El encontrar numerosos individuos delgados y muy pocos individuos gruesos provoca una acumulación del AB en clases diamétricas inferiores, por lo que se obtienen valores totales de área basal bajos. Esto podría deberse al clima xérico del sector

Müller *et al.* (2002), Navarro & Maldonado (2002), que es más seco que en los otros sectores con clima pluvioestacional que favorece el desarrollo de estas especies.

Según el ecólogo forestal Rollet (1980) citado por Finegan (1992), indica que las estructuras totales de los bosques tropicales son definidas como la geometría del conjunto de las poblaciones y leyes que lo gobiernan. Balslev *et al.* (1987), sugiere que la curva en forma de “J invertida” encontrada en otros y en el presente estudio, decrece en la frecuencia de aparición de los individuos a medida que incrementa el tamaño y grosor de los árboles y, que esta disminución progresiva se explica por la dinámica de crecimiento, mortalidad y los reemplazos que tiene la estructura del bosque. Adicionalmente, sostiene que esta estructura es considerada como típica de un bosque no intervenido.

Por otro lado, Lamprecht (1990), explica que en los bosques tropicales, las reservas de árboles pequeños son en todo momento lo suficientemente abundantes como para sustituir a los árboles grandes que mueren, hecho que justifica el alto porcentaje de árboles con clases diamétricas pequeñas. Este mismo autor indica que en este sentido, el rendimiento sostenido natural está obviamente asegurado.

6.5 Especies con uso actual en el bosque seco deciduo subandino del sector de Azariamas

6.5.1 Alimentación

Los frutos silvestres y en menor proporción partes comestibles de las plantas son muy apetecidas por los pobladores y son un elemento importante dentro de la dieta de las comunidades. Los frutos son cosechados en un determinado periodo del año, del estado fenológico y la ubicación de ciertas especies.

Para este bosque seco se registró al menos 6 especies, un grupo muy apreciado por sus frutos fueron las cactáceas entre las cuales se encuentran el (*Cereus dayamii*), tuna cola de boscuro (*Cleistocactus AFC 120*), Mora tuna (*Selenicereus setaceus*) y de Chicharrilla (*Coursetia brachyrhachis*). Además los frutos del Limón (*Chrysophyllum*

sp. nov.) son consumidos por el ganado vacuno y según versiones de los comunarios de Azariamas, también por animales silvestres como antas, chanchos de monte, mono manechi y mono bolsillo (Anexo 9).

En otras zonas de este bosque seco se encuentran otras especies como la chirimoya (*Rollinia emarginata*), achachairú (*Garcinia macrophylla*, *R. gardneriana*), jacojaco (*Hymenaea courbaril*), pacay (*Inga spp.*), bilunto (*Campomanesia aromatica*), pachío (*Pasiflora spp.*), upia (*Maclura tinctoria*), motoyubi (*Trichilia pleeana* y *Talisia spp.*), caosillo (*Brosimum gaudichaudii*) y aguai (*Chrysophyllum gonocarpum*) (Anexo 10), entre otras (Araujo-Murakami & Zenteno, 2006).

6.5.2 Construcción

Los bosques secos andinos albergan una gran cantidad de especies de maderas duras que presentan un buen potencial maderable, que actualmente no son comercializadas y exportadas por presentar un difícil acceso, topografía y climas las cuales generan un alto costo, en comparación con otras regiones del país como la región chiquitana (en el departamento de Santa Cruz).

El tronco de los árboles es la parte más utilizada dentro de esta categoría, dependiendo de su largo, diámetro o dureza este puede ser usado para construir partes específicas de las casas, como vigas madres o tranqueros como el Sipico (*Oxandra espiñana*), Tumi o roble (*Amburana cearensis*), Willca o curupaú (*Anadenanthera colubrina*), Yuraj vitaca (*Astronium urundeuva*), Nucala (*Aspidosperma cylindrocarpum*), Wayruru (*Myroxylon balsamum*). La corteza de Maray pancho (*Pseudobombax septenatum*) es usado como cuerdas en la construcción de viviendas y tranqueros.

6.5.3 Combustible

En los domicilios cercanos o dentro el bosque, la leña ha sido y sigue siendo el energético más importante, así como en zonas rurales y en las diferentes poblaciones de la región, donde este recurso es aún es ampliamente utilizado.

Se prefieren utilizar la madera de ciertas especies de alto potencial calorífico, sin embargo no hay preferencia, se emplea un gran rango de especies leñosas, debido principalmente a emergencia, distancias largas para recoger la leña o escasez de las especies más empleadas.

6.5.4 Utensilios de uso doméstico

Los trabajos artesanales realizados en este bosque seco son muy pocos. Dentro de ésta se incluyen especies que están relacionadas con la vida cotidiana de los comunarios. Un reducido número de especies son utilizadas principalmente para la elaboración de mangos de herramientas, utensilios de cocina, comederos para animales. Entre estas se encuentran Nucala (*Aspidosperma cylindrocarpon*), Maray pancho (*Pseudobombax septenatum*), Pichana (*Astrocasia jacobinensis*) y Pichana pichana (*Eugenia uniflora*). Las especies arbóreas de madera dura y resistente se utilizan para hacer utensilios de cocina como bateas, machucadores o batidores y trapiche Wayruru (*Myroxylon balsamum*), Ajo ajo (*Gallesia integrifolia*).

6.5.5 Herramientas de caza y pesca

Son pocas las formas y métodos tradicionales de pesca y cacería que actualmente se utilizan en la zona. No se registraron muchas especies, ni usos dentro de esta categoría. Solo se registró a una especie (*Schaefferia argentinensis*), cuyas ramas son usadas para pescar.

6.5.6 Medicinal

Esta categoría agrupa una cantidad considerable de especies arbóreas y arbustivas útiles (Anexo 9). Se registraron 13 especies utilizadas como analgésicas, antihemorrágicos, antidiarreico y fiebres como el sipico (*Oxandra espintana*), Piperaceae (*Peperomia* spp., *Piper* spp.) producen aceites o resinas aromáticas que son utilizados como medicina. El *matico* (*Piper* spp.) por ejemplo es empleado para curar resfríos y gripes

6.5.7 Cultural

Dentro de las tradiciones o creencias de los pobladores en esta zona se incluyen las especies cuya madera, corteza, semillas u hojas son utilizadas para elaborar infusiones que les proporcionan ciertas facultades como ser fortaleza, resistencia a enfermedades y sortilegios, entre las cuales se encuentran Llaulli kisca (*Pereskia weberiana*), (*Schinopsis brasiliensis*), Willca o curupaú (*Anadenanthera colubrina*) y (*Piper amalago*) (Anexo 9).

Si bien existen conocimientos sobre el uso de las plantas del bosque seco, en muchos casos estos no tienen un carácter práctico. Algunos testimonios locales refieren la pérdida de los conocimientos del uso de las especies por la generación actual. Debido a que el conocimiento es transmitido por las generaciones pasadas mediante la práctica, observación o de forma oral, es muy frágil y puede perderse fácilmente. También existen otras causas como la escasez del recurso, un mal manejo o su reemplazo por productos sintéticos.

El uso de las plantas y la aplicación del conocimiento están también limitados por la lejanía y escasez del recurso. En efecto el bosque seco de Azariamas, esta en proceso de degradación dada la ampliación de la frontera agrícola, pastoreo y la tala indiscriminada de especies forestales.

Además existe una carretera de tierra que pasa por medio de estos bosques uniendo el pueblo de Apolo con la comunidad de Azariamas concluida recientemente. Pero actualmente el proyecto de construcción de la carretera Apolo-Ixiamas, se esta haciendo realidad, ya que durante 2006, se realizo el trazado y se iniciaron los trabajos por parte de las autoridades municipales.

Estas son amenazas latentes y reales que repercuten en la última oportunidad de conservar esta peculiar formación boscosa. En el caso de las plantas medicinales, existe una tendencia a reemplazar las prácticas etnomedicinales por la utilización de medicamentos sintéticos, Sin embargo, cuando la medicina moderna falla y la enfermedad es grave, los pobladores acuden donde los “curanderos” campesinos que

preservan una gran farmacopea basada es plantas nativas buscando una cura para sus males.

7. CONCLUSIONES

- El área de 2 ha es suficiente para la medición de la riqueza de especies leñosas y estudiar la composición florística. Por lo tanto una mayor intensidad de muestreo ya no asegura un incremento significativo de especies, pero sí el registro de especies raras, cuya distribución espacial es poco conocida.
- Estudiada la relación área vs. especie y el índice de Shannon-Wiener se determina que el bosque seco deciduo subandino concentra una diversidad relativamente baja.
- Las 20 muestras corresponden a una asociación vegetal, el bosque seco deciduo subandino. El Índice de Similitud florística de Sørensen muestra valores superiores al 50% e inferiores a 82% en más del 90% en todas las combinaciones, lo que muestra que existen muchas especies en común, la cual es debido a que la zona en estudio se encuentra en un área de características similares
- Las 20 parcelas demostraron que la zona de estudio se encuentra en la porción central del bosque seco del valle del Tuichi.
- La composición florística del área de estudio registró un total de 6.431 individuos, distribuidos en 44 familias, 85 géneros y 110 especies entre árboles, lianas y suculentas con DAP $\geq 2,5$ cm. De estas 8 especies no pudieron ser identificadas, principalmente por que se tienen colecciones estériles.
- Considerando la abundancia, la cobertura y distribución, de las especies ecológicamente más importantes está representada por: *Trichilia catigua*, *Capparis polyantha*, *Anadenanthera colubrina*, *Oxandra espintana*, *Ximenia americana*, *Phyllostylon rhamnoides*, *Machaerium scleroxylon* *Lonchocarpus obtusus*, *Holocalyx balansae* y *Opuntia brasiliensis*.

- Fabaceae, Meliaceae, Capparaceae, Cactaceae, Euphorbiaceae, Ulmaceae, Ulmaceae, Annonaceae, Myrtaceae y Bignoniaceae son las familias de mayor importancia ecológica y por lo tanto mejor adaptación. Las familias con una alta riqueza de especies son: Fabaceae (20 sp.), Myrtaceae (8 sp), Cactaceae (7 sp.), Euphorbiaceae (6 sp.), Bignoniaceae y Nyctaginaceae ambas con (5 sp.).
- Del total de especies registradas tres corresponden a probables especies nuevas para la ciencia que aun están siendo descritas. Las especies no descritas pertenecen a los géneros *Amyris* sp. nov., *Bauhinia vel* sp. nov. y *Chrysophyllum* sp. nov., también se registraron cinco especies endémicas (*Arrabidaea selloi*, *Calliandra chulumania*, *Kielmeyera paniculada*, *Pereskia weberiana* y *Triplaris vestita*), además se tubo un registro nuevo para el departamento de La Paz (*Terminalia triflora*), la cual solo era conocida en los departamentos de Sucre y Tarija.
- La estructura vertical presenta un patrón general de tres estratos, donde el sotobosque arbustivo es mayormente ralo, con especies características como (*Trichilia catigua*, *Capparis polyantha* y *Astrocasia jacobinensis*); subdosel arbóreo con (*Trichilia catigua*, *Capparis polyantha* y *Oxandra espintana*); dosel con un nivel de copas casi continuo a abierto con (*Anadenanthera colubrina*, *Oxandra espintana* y *Phyllostylon rhamnoides*); emergentes escasos de hasta 27m con (*Anadenanthera colubrina* y *Phyllostylon rhamnoides*).
- La distribución diamétrica presenta una estructura típica parecido a una "J" invertida. La gran mayoría de las especies registradas mostraron un patrón de estructura poblacional asimétricamente sesgadas hacía los diámetros más pequeños, de alturas inferiores a los 20 m, con áreas basales específicas también reducidas, y numéricamente abundantes.
- El valor del área basal y el número de individuos de las especies estructuralmente más importantes, mostró una relación inversa entre el tamaño de los individuos y su abundancia. Dicha relación es uno de los patrones más prevalementemente observada.

- Este bosque cuenta con ocho categorías de uso: especies no maderables como ser frutales y alimenticias (6 especies), maderables y de construcción (32), para herramientas caza y pesca (una), para herramientas y utensilios (6), medicinales (14), de uso cultural (6), se emplean un amplio rango de especies leñosas como combustibles.

8. RECOMENDACIONES

La gran importancia nacional e internacional que representa el conjunto de ecosistemas presentes en el PN y ANMI Madidi, entre ellas el bosque seco que corresponde a un ecosistema frágil debido a la condición del suelo y pendiente y a la ganadería de monte que esta en progreso por los habitantes, el cual implica realizar un manejo integral y sustentable del bosque. Desde un punto de vista ecológico y económico se recomienda:

- Desarrollar estrategias de conservación, reconstrucción y manejo de ambiente naturales prístinos y degradados. Considerando que en los andes, las zonas de valles secos son las más afectadas por la deforestación y degradación de suelos desde tiempos precoloniales.
- Desarrollar estudios para valorar económica y ecológicamente el bosque seco deciduo, considerando la gran cantidad de especies con alto valor comercial y aun más la importancia cultural y/o de subsistencia que tuvo el bosque seco deciduo subandino para los antiguos habitantes de la zona y el mal uso que están haciendo los habitantes recientes o colonizadores. Esto con el fin de plantear alternativas con enfoques participativas holísticos de manejo y conservación a los habitantes de la zona.
- Tomar en cuenta la categorización que presenta el área protegida y los problemas ecológicos que podría traer el aprovechamiento comercial maderable. Asimismo, se recomienda evaluar los bienes y servicios ambientales y/o ecológicos “bonos de carbono” que brindan como mayor valor e importancia para su conservación
- Complementar el presente trabajo con estudio edafológico y climatológico pues son factores determinantes en la composición florística y la estructura de la vegetación el cual permitirá entender de mejor forma los patrones de diversidad florística.

- Finalmente se recomienda que a igual que muchos otros estudios la estratificación obtenida en el presente estudio esta basada en métodos de estimación y es recomendable realizar estudios más detallados sobre la estructura vertical de los bosques basados en otros métodos más exactos.

9. BIBLIOGRAFIA

- Aguirre, Z. & L., Peter. 2006. Composición florística y Estado de Conservación de los Bosques Secos del Sur-Occidente del Ecuador. En *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 146p.15p.
- Araujo-Murakami, A. & F. Zenteno. 2006. Bosques de los Andes orientales de Bolivia y sus especies útiles: En *Botánica Económica de los Andes Centrales*. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 146p.
- Araujo-Murakami, A., P. Jørgensen, A. Fuentes, L. Cayola, J. Uzquiano, C. Campos, S. Paredes, D. Choque, A. Fernández, V. Torrez & T. Miranda. 2006. Inventario Florístico del Bosque Seco Andino en el sector Norte de Apolo, Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi, Bolivia: En la III Reunión Nacional Sobre Investigación Forestal. Santa Cruz, Bolivia. 29p.
- Bach, K. M., Kessler & J. Gonzales. 1999. Caracterización preliminar de los bosques deciduos andinos de Bolivia en base a grupos indicadores botánicos. *Ecología en Bolivia* 32: 7-22.
- Beck, S., E. García, F. Zenteno & R. Tejada. 2003. Diagnostico de Flora. En: CARE (ed). *Madidi de Bolivia, mágico, único y nuestro*. Bolivia. CD ROM.
- Balslev, H., J. Luteyn, B. Øllgaard & L.B. Holm-Nielsen. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. *Opera Botánica* 92: 37-57.
- Beck, S. G., E. García & F. Zenteno. 2003. Plan de Manejo Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi: Documento botánico. En: CARE-Bolivia (ed) *Madidi de Bolivia, Mágico, Único y Nuestro*. CD Rom. CARE-Bolivia, La Paz. 63 p.
- Boom, B. M. 1986. A forest inventory in Amazonian Bolivia. *Biotropica* Nro. 18 (4). New York Botanical Garden. Pp 287-294.
- Boom, B. M. 1987. Un inventario selvático en la Amazonia boliviana. *Ecología en Bolivia* 10: 1-14
- Borsdorf, A., C., Hannes Hoffert, H. & Tinoco C. 2006. *Espacios Naturales de Latinoamérica*. Institut für Geographie der Universität Innsbruck. Ed. Lateinamerika-Studien.

- Borsdorf, A., C. Dávila, H. Hoffert, C. Tinoco. 2006. Espacios Naturales de Latinoamérica. Disponible en <http://www.lateinamerika-studien.at/> 18 de Septiembre 2006, 18:12 Hr.
- Brown, A., S. Chalukian & L. Malmierca. 1985. Estudio florístico-estructural de un sector de selva semidecidual del noroeste Argentino. I. Composición florística, densidad y diversidad. *Darwiniana* 26 (1-4): 27-41.
- Bullock, S., H. Mooney & E. Medina. 1995. Introduction, p. 1-8. In: S. Bullock, H. Mooney & E. Medina (ed.). *Seasonally dry tropical forests*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Caballero, J. & P. M. Jørgensen. 2005. Composición, estructura y riqueza florística de dos sectores en el bosque Tucumano-Boliviano, Chuquisaca, Bolivia. *Revista Ciencia y Desarrollo, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno* 3(4):16-27.
- Calzadilla, M. 2004. Caracterización del bosque amazónico de pie de monte a través de parcelas permanentes, Parque Nacional y ANMI Madidi, La Paz, Bolivia. Tesis de Licenciatura, Carrera de Ingeniería Agronómica, Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno, Santa Cruz de la Sierra. 62 p.
- Campos, C. 2007. Composición Florística y Estructura del Bosque Seco semidecidual Preandino de Azariamas. Parque Nacional Madidi, Bolivia. Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Mayor de San Andrés. En preparación.
- Carretero, A., F. Borchsenius, H. Baslev y L. Peter. 2005. Uso del bosque tucumano-boliviano por comunidades rurales en Bolivia. Departamento de Botánica Sistemática, Universidad de Aarhus, Dinamarca. Bygning, en III Congreso de Conservación de la Biodiversidad de los Andes y la Amazonía, Loja Ecuador, 149p.
- Cayola L., A. Fuentes y P. M. Jorgensen. 2005. Estructura y Composición Florística de un Bosque Seco subandino Yungueño en el Valle del Tuichi, Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz (Bolivia). En *Ecología en Bolivia*. Editorial Instituto de Ecología.- 40 (3).4p.
- Charco, M. y E. Guerrero. 2004. Aplicación del Enfoque Ecosistémico a la Gestión de Corredores en América del Sur. Memorias del Taller Regional, 3 al 5 de junio. UICN. UICN, Oficina Regional para América del Sur y la Comisión de Gestión de Ecosistemas. Quito, Ecuador 94p.

- Choque, D. 2007. Composición florística y el uso tradicional de las especies de plantas leñosas en el bosque seco del PN y ANMI MADIDI. Tesis de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés. 93 p.
- CI. (Concepción International) 1991. Rapid Assessment Program. A biological Assessment of The Alto Madidi Rejoin and adjacent areas of Northwest Bolivia. Washington, USA 108 p.
- Connell, J.H.; Orias, E. 1964. The ecological regulation of species diversity. *American Naturalist*. 98(903): 399-414.
- Cyberways and waterways (s/a) Riverside de species <http://www.cyberwayswaterways.com/sp/fieldGuide/430_FG_biodiversity.html>
- Davis, S., D., V., Heywood, O. Herrera-Mac Bryde, J. Villa-Lobos & A. C. Hamilton. 1997. Centres of plants diversity, A guide and strategy for their conservation. The Americas. The world wild fund for nature (WWF) & The world conservation union. Oxford USA. 40 p.
- Decreto supremo N° 24176, 1992. Ley y Reglamento de Medio Ambiente. Editorial U.P.S. 382 p.
- Dinerstein, E., D. Olson, A. Graham, A. Webster, M. Rim, P. Bookbinder & G. Ledec. 1995. A conservation assessment of the terrestrial Ecoregions of latin America and the Caribbean. World wildlife fund-The old Bank, Washington D.C. 30 p.
- Duivenvoorden, J., H. Balslev, J. Cavalier, C. Grandez, H. Tuomisto & R. Valencia. 2001. Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonia noroccidental. IBED. Universiteit van Amsterdam. Amsterdam. Germany. 486 p.
- Duque, A., M. Sánchez, J. Cavelier, J. Duivenvoorden, P. Miraña, J. Miraña & A. Matapi. 2001. Relación bosque ambiente en el Medio Caquetá, Amazonía colombiana. pp. 99–129. En: J. F. Duivenvoorden, H. Balslev, J. Cavelier, C: Grandez, H. Tuomisto, & R. Valencia. (eds.). Evaluación de Recursos no Maderables en la Amazonía Noroccidental. IBED. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- Ergueta, P. & H. Gómez. 1997. Directorio de Áreas Protegidas de Bolivia. CDC Bolivia - La Paz. 30 p.
- FAO/CATIE (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,

- CR). 2001. FRA 2000. Zonas ecológicas de América del Sur. Programa de evaluación de los recursos forestales. Documento de trabajo 44. Roma.
- 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, Costa Rica . Pp. 27, 64-69.
- Finol, H. U. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas Vírgenes tropicales. Revista Forestal Venezolana, Mérida, Venezuela. 117 p.
- Foster, R. B. 1991. Physiography of Alto Madidi, Bajo Tuichi, and the foothill ridges. En Biological Survey and Conservation Assessment of Inter-Andean Dry Tropical Forest of the Central Rio Tuichi Valley. Proposed Madidi National Park. Field Report 1.
- Fuentes, A., A. Araujo, H. Cabrera, F. Canqui, L. Cayola, C. Maldonado & N. Paniagua. 2004. Estructura, composición y variabilidad de los bosques secos en un sector del valle del río Tuichi, ANMI Madidi, La Paz (Bolivia). En: Ecología y Conservación Ambiental, N° 15(2). Fundación Simón I. Patiño. La Paz Bolivia. 41p.
- García-Montiel, D. C. 2002. El legado de la actividad humana en los bosques neotropicales contemporáneos. p. 97-117 En M. Guariguata & G. Catan (ed.) Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. EULAC-GTZ. Cartago, Costa Rica.
- Gentry, A. H. 1995. Diversity and floristic composition of neotropical dry forests, p. 146-194. In: S. Bullock, H. Mooney & E. Medina (ed.). Seasonally dry tropical forests. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gentry, A. H. 1995a, Diversity and Floristic Composition of Neotropical Dry Forest. Pp 146-194 en Bullock *et al* 1995.
- Gentry, A.H. 1995b. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest. pp. 103-126. En: S. Churchill, H. Balsley, E. Forero & J. Luteyn (eds.) Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The New York Botanical Garden, Nueva York.

- Gentry, A. H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary biology* 15:1-84p.
- Gentry, A. H. 1988. Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 75 : 1-34.
- Gentry, A. H. 1991. Phytogeography of Alto Madidi, Bajo Tuichi, and the foothill ridges. pp. 18-19 En: Parker, A. & B. Bailey. (eds.). *A Biological Assessment of the Alto Madidi Region and Adjacent Áreas of Northwest Bolivia May 18-June 15, 1990. Rapid Assessment Program, Conservation International, Washington, DC.*
- GEOBOL. 1985. Estudio integrado de los recursos naturales del departamento de La Paz. Suelos. Centro de Investigación y Aplicación de Sensores Remotos (CIASER).68 p.
- Guillen, J. 1997. Composición Florística y estructura de un bosque semidecíduo en las inmediaciones del Parque Nacional "Noel Kempff Mercado". Tesis de licenciatura, Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 58 p.
- Harrison, I., M. Laverty & E. Sterling. 2004. Alpha, Beta, and Gamma Diversity. Consultado en el sitio Web Connexions Web: <http://cnx.rice.edu/content/m12147/1.2/>
- Hernandez, R., C. Fernandez. & P. Baptista. 2003. Metodología de la investigación, 3ª Edición, MCGRAW – HILL INTERAMERICANA Ed. MEXICO DF. 705 p.
- Hueck, K. 1978. Los Bosques de Sudamérica, ecología e importancia económica. Sociedad Alemania de Cooperación Técnica, Ltda. (GTZ). República Federal Alemana, pp. 476.
- Hunter, M. Jr. 2002. *Fundamentals of Conservation Biology. (Second Edition).* Blackwell Science, Massachusetts, U.S.A.
- Ibisch, P. L. & G. Mérida 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible. Editorial FA, Santa Cruz – Bolivia.638 p.
- Kessler, M. & S. Beck. 2001. Bosques nublados del Neotrópico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INB), Costa Rica. 581-622p.

- Kessler, M. & N. Helme. 1999. Diversidad florística y fitogeografía del valle central del Río Tuichi, una localidad aislada de bosque seco en los Andes bolivianos. *Candollea* 54: 341-366.
- Killeen, T. 1997. Diversidad, Composición y estructura de un Bosque Semodeciduo tropical en la Región de la Chiquitania, Santa Cruz-Bolivia. *Missouri Botanical Garden*. USA. 18 p.
- Killeen, T., A. Jardim, F. Mamani, N. Rojas & P. Saravia. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14: 803-827.
- Killeen, T., T. Siles, L. Soria & L. Correa. 2005. Estratificación de vegetación y cambio de uso de suelo en los Yungas y Alto Beni de La Paz. En: *Ecología en Bolivia*, vol. 40(3).
- 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. Trad. Antonio Carrillo. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Alemania. 335 p.
- Lamprecht, H. 1992. Ensayo sobre unos métodos para el análisis estructural de los bosques tropicales. *Acta Científica Venezolana* 13:57-65.
- Longman, A. & J. Jenik. 1978. *Tropical forest and its environment* 2^a Edition Published in the United States of America by Longman Inc., New York Pag Total 197 Pag consul 47- 55.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. Princeton. 200p.
- Marino, G. D. & J. F. Pensiero. 2003. Heterogeneidad Florística y Estructural de los Bosques de *Schinopsis Balansae* (Anacardiaceae) en el Sur del Chaco Húmedo. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral, Luis, Santa Fe, Argentina. 25 p.
- Matteucci 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.

- Medina, E., 1993. Diversity of life forms of higher plants in neotropical dry forests. En: Bullock, S., H. Mooney & E. Medina (Eds.) *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge Univ. Press, Cambridge. Pp. 221-242.
- Mihotek, K. 1996. Comunidades, territorios indígenas, y biodiversidad en Bolivia. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz. Pp 359.
- Montes de Oca, I. 1997. Geografía y Recursos Naturales de Bolivia. 3ª ed. Editorial EDOBOL. Bolivia. 614 p.
- Moraes, M. & S. Beck. 1992. Diversidad Florística de Bolivia. M, Marconi (ed.). *Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia*. CDC-Bolivia/USAID. La Paz. pp. 73-111.
- Morales, B. 1990. Bolivia, medio ambiente y ecología aplicada. Instituto de Ecología. UMSA. La Paz, Bolivia. 316 p.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T-Manuales y tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, España. 84p.
- Mostacedo, B. & T. Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto de manejo forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 87p.
- 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.
- Murphy, P. & A. Lugo. 1986, Ecology of Tropical Dry Forest. *A.R.E.S.* 17:67”68.
- Murphy, P. & A. Lugo. 1995, Dry forest of Central America and the Caribbean. En: BULLOCK S., Mooney H. & Medina E.
- Navarro, G. 1999. Mapa bioclimático de Bolivia. Centro de investigaciones fitosociológicas.
- Navarro, G. 1997. Contribución a la clasificación ecológica y florística de los bosques de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación* 2: 3–37.
- Navarro, G. 2002. Vegetación y Unidades Biogeográficas. En G, Navarro & M. Maldonado. 2002 *Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos*. Centro de ecología Simón I. Patiño-Departamento de difusión. Cochabamba, Bolivia 718 p.
- Navarro, G., S. Arrazola, C. Antezana, E. Saravia & M. Atahuachi. 1996. *Series de vegetación de los Valles Internos de los Andes de Cochabamba (Bolivia)*. - *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 1: 3-20.

- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño – Departamento de Difusión. Cochabamba, Bolivia. 549 p.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2005. Geografía Ecológica de Bolivia, Vegetación y Ambientes Acuáticos. Editorial: Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Tercera edición. Santa Cruz-Bolivia, 719p.
- Nebel, G., J. Dragsted, K. Vanchay. 2000. Estructura y Composición Florística del Bosque de la Llanura Aluvial Inundable de la Amazonia Peruana: II El Sotobosque de la Restinga. Folia Amazónica Vol. 10 (1-2). Perú. P 151-167.
- Odum (1978) "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 86 p.
- Paredes, S. 2008. Composición Florística, Estructura y Biomasa del Bosque Semidecíduo Andino del Valle del Río San Juan, Parque Nacional madidi. Tesis de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés. 98 p.
- Pinard, M. A & J. Huffman. 1997. Fire resistance and bark properties of trees in a seasonally dry forest in eastern Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 13: 727-740.
- Phillips, O. & J. Miller. 2002. Global Patterns of Plant Diversity, Alwyn H. Gentry's Forest Data Set. Missouri Botanical Garden Press. Vol. 89(2) USA.
- Phillips, O.L., R. Vasquez-Martínez, P. Nuñez, A. L. Monteagudo, M. E. Huspe Zans, W. Galiano Sánchez, W., A. Pena Cruz, M. Timana, Y. Rose. 2003. Efficient plot-based floristic assessment of tropical forests. *Journal of Tropical Ecology* 19: 629-645.
- Pichette, P. & L. Gillespie. 1999. Ecological monitoring and assessment network. Terrestrial vegetation biodiversity monitoring protocols. nº 9. Burlington, Ontario, Canada. 144p.
- Pitman, N. 2000. A Large Scale inventory of two Amazonian tree communities, Department of Botany, Duke University USA, 220p.

- Pitman, N.C.A., J. Terborg, M.R. Silman, P. Nuñez, A Palacios. 2001. Dominante and distribution of tree species in upper Amazonian terra firme forest. *Ecology* 82(8):2101-2117.
- Prado, D. E. & P. E. Gibbs. 1993. Patterns of species distribution in the dry seasonal forests of South America. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 80: 23–25.
- Proyecto Madidi 2006. Base de datos de suelos “Inventario Florístico de la Región de Madidi” Missouri Botanical Garden-Herbario Nacional de Bolivia (datos no publicados).
- Quisbert, J. M. 2004. Composición y estructura florística de los bosques de tierra firme, en dos sitios del Área Natural de Manejo Integrado Madidi. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Bolivia. 64 p.
- Raven, P.H. 1976. Ethics and attitudes. En: Simons, J. et al. (Eds.): *Conservations of threatened plants*. Plenum, New York.
- Ribera, M., M. Liberman, S. Beck & M. Moraes. 1996. Vegetación de Bolivia, p. 169–222. En K. Mihotek (ed.). *Comunidades, territorios indígenas y biodiversidad en Bolivia*. U.A.G.R.M./CIMAR. Santa Cruz, Bolivia.
- Saldias, M. 1991. Inventario de árboles el en bosque alto del Jardín Botánico de Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 17: 31–46.
- Sarmiento, G. 1975. The dry plant formations of South America and their floristic connections. *Journal of Biogeography*. 2: 233–251
- Scatena, F. N. 2002. El bosque neotropical desde una perspectiva jerárquica, p. 23–39. En M. Guariguata & G. Catan (ed.) *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. EULAC-GTZ. Cartago, Costa Rica.
- Seidel, R. 1995. Inventario de los árboles en tres parcelas de bosque primario en la Serranía de Marimonos, Alto Beni. *Ecología en Bolivia* 25: 1–35.
- SERNAP, 2002. Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia, 2ª edición. Servicio Nacional de Áreas Protegidas La Paz, Bolivia. 218 p.
- Shannon, C. E. & W. Wiener. 1949. *The mathematical theory of communication*. Urbana. University of Illinois Press. 117 p.
- Smith D. & T. Killeen. 1995. A comparación of the estructura and composition of montane and lowland tropical forest in the serrania Pilon Lajas, Beni, Bolivia. En: F. Dallmaier & Comiskey (eds). *Forest Biodiversity in North, Central and*

- Soud America, and the Caribbean. MAB series, UNESCO, Vol. 21, Paris Francia, 700p.
- Smith, D. & T. Killeen. 1998. A comparison of the structure and composition of montane and lowland tropical forest in the Serrania Pilón Lajas, Beni, Bolivia. pp. 687–706. En: F. Dallmeier and J.A. Comiskey (eds.). Forest biodiversity in North, Central and South America and Caribbean: Research and monitoring. Parthenon Publisher, UK.
- SNAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) 2001. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. .Servicio Nacional de Áreas Protegidas. La Paz, Bolivia. 218 p.
- Sørensen, T. 1948. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content, Its application to analyses of the vegetation on Danish Commons. Copenhagen. 34 p.
- Suárez, R. 2001. Mapa Geológico de Bolivia. Servicio Nacional de Geología y minería & Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, La Paz Bolivia.
- Torrez, V. 2008. Estructura y Patrones de diversidad de plantas leñosas en relación a la topografía y a suelos en el bosque seco del Valle del Tuichi Área Natural de Manejo Integrado Madidi La Paz (Bolivia). Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Mayor de San Andrés. En preparación.
- Troll, C. 1952. Die Lokalwinde der Tropengebirge und ihr Einflub auf Niederschlag und Vegetation. Bonner Geogr. Abh. 9: 124-182.
- TROPICOS, disponible en <http://mobot.mobot.org/W3T/Search/vast.html>
- Uslar, Y. V., B. Mostacedo. & M. Saldías. 2004. Composición, estructura y dinámica de un bosque semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, 39(1): 25-43.
- Uzquiano, J. 2007. Aspectos Estructurales y Florísticos de un Bosque Seco Preandino en el Área Natural de Manejo Integrado Madidi La Paz, Bolivia. Tesis de Grado para obtener el título de Licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Andrés. En preparación.
- Valerio J & C. Salas 2001. Selección de practicas silviculturales para bosques tropicales Manual técnico 2da Ed OMIT, BOLFOR, PANFOR corregida y aumentada., Cobija Bolivia. Pp. 2, 3 6,7 8 77 p.
- Vareschi, V., 1980. Vegetation sökologie der Tropen. Ulmer, Stuttgart Alemania

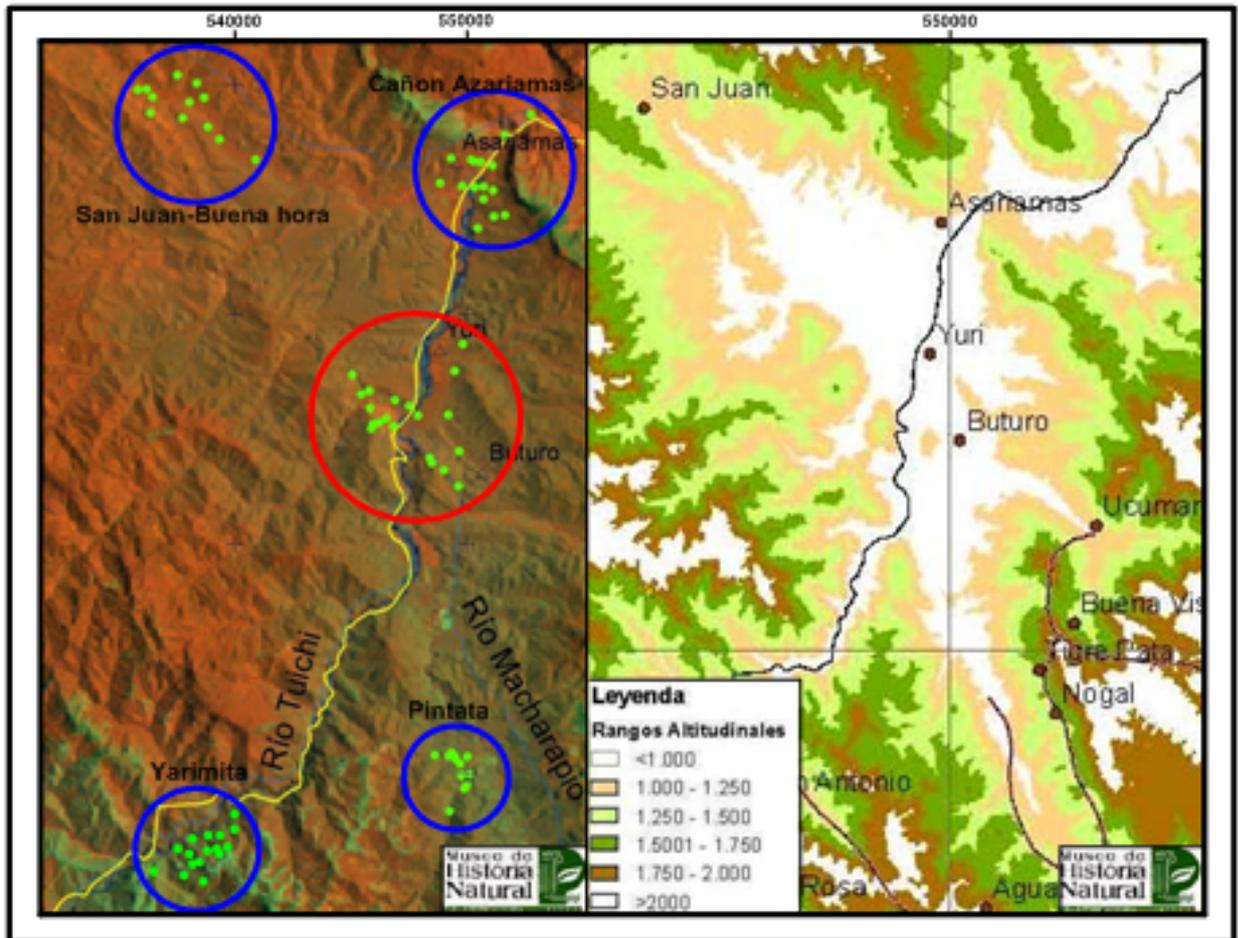
- Vargas, I. 1996. Estructura y composición florística de cuatro sitios en el “Parque Nacional Amboró”, Santa Cruz, Bolivia. Tesis de Licenciatura en Ciencias Biológicas. Universidad Gabriel René Moreno, Santa Cruz. 62p.
- Vargas, I., T.R. de Centurión, M. Saldias. 1994. Parcela permanente de investigación en la Reserva de Vida Silvestre Ríos Blanco y Negro. Revista de la Sociedad de Estudios Botánicos. Volumen 1., Número 1. 9-32 pp.
- Vickery, M. 1991. Ecología de plantas Tropicales, Editorial Limusa 2º Edición 53-55 Mexico, D.F. pp. 232 p.
- 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
- Whittaker, R.H. 1960. Vegetation of Siskiyou Mountains. Oregon and California. Ecol. Monogr. 30:279-338.
- Wittmann, F., J. Schongart, J. C. Montero, T. Motzer, W. J. Junk, M.T. F. Piedade, H. L. 2002. Tree species composition and diversity gradients in white-water forests across the Amazon Basin. Article type: Original article (Sin publicar).
- Zenteno, F. 2004. Estructura y composición florística del bosque seco andino en Resina. En preparación.

Anexos

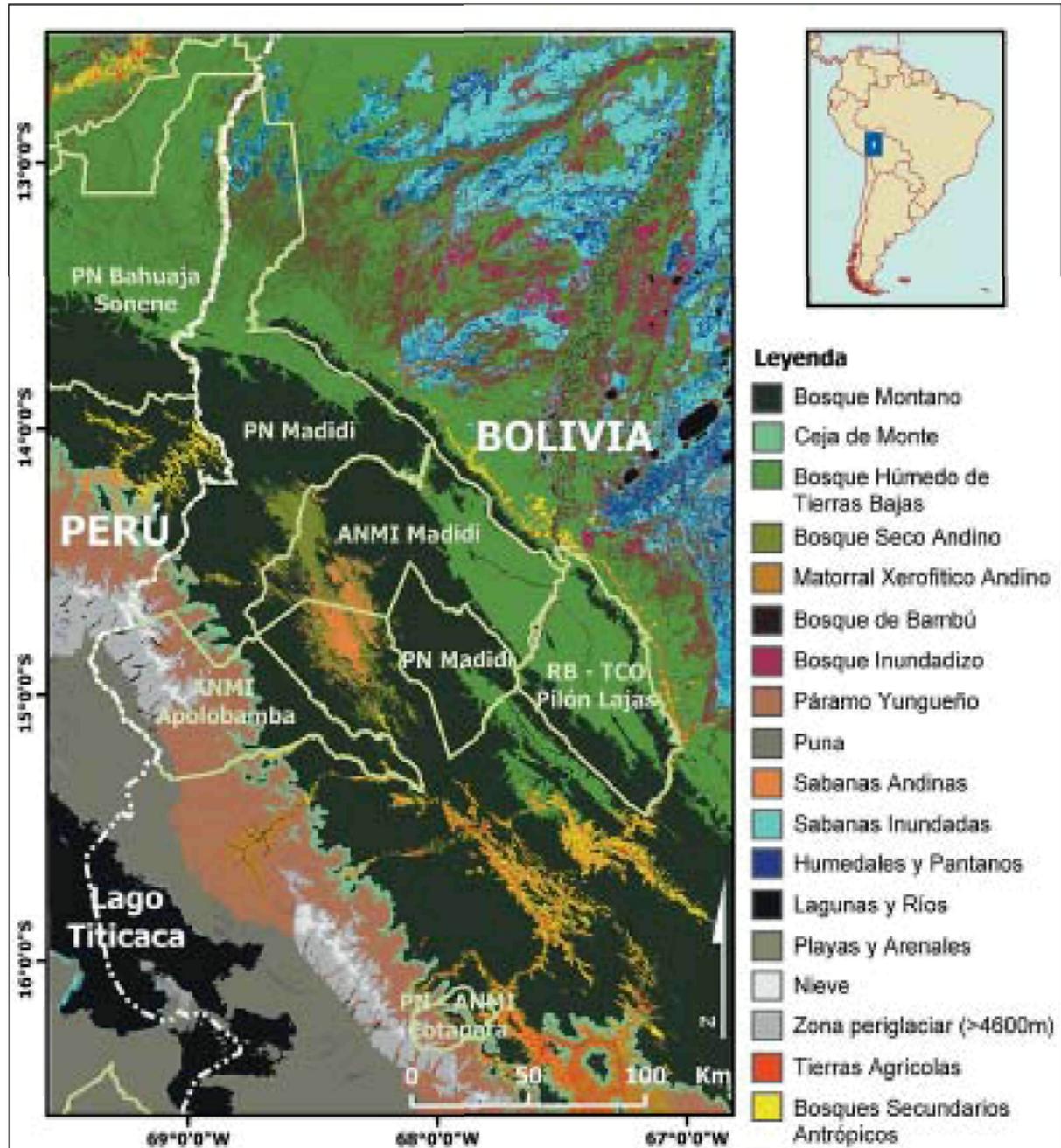
Anexo 2. Datos principales de las PTM en el bosque seco deciduo del sector de Azariamas

Nº de PTM	Coordenadas		Elevación (msnm)	Rango de colectas	Nº de tallos	Nº familias	Nº géneros	Nº de SP	Área basal/2ha
1	14°19'52,9"S	68°33'20,9"W	796	1-38	338	23	35	40	2,78
2	14°19'39,5"S	68°33'33,7"W	712	39-56	375	25	39	39	1,78
3	14°19'31,6"S	68°33'54,1"W	711	57-63	278	23	35	39	2,13
4	14°19'18,3"S	68°34'30,7"W	796	64-68	391	26	35	39	2,54
5	14°19'23,6"S	68°34'42,6"W	767	69-80	287	24	34	37	3,24
6	14°18'55,9"S	68°34'54,9"W	820	81-91	355	24	33	39	2,74
7	14°19'57,4"S	68°34'6,3"W	856	92-96	350	28	46	49	2,59
8	14°20'8,9"S	68°33'55,9"W	773	97-100	343	30	45	46	2,74
9	14°19'42,5"S	68°34'30"W	1096	101-104	278	31	47	52	2,70
10	14°20'6,1"S	68°34'26"W	1180	105-106	276	23	38	44	2,93
11	14°20'11,5"S	68°34'28"W	1175	107-110	345	27	46	50	3,49
12	14°20'3,1"S	68°34'17,5"W	1034	111	377	27	44	49	2,97
13	14°21'10,1"S	68°32'43,8"W	1031	112-114	281	27	44	47	2,24
14	14°21'0,6"S	68°33'01"W	1090	115	379	27	42	46	2,54
15	14°20'52,7"S	68°33'4,4"W	972	0	321	26	45	50	2,51
16	14°19'51,9"S	68°32'38"W	701	116-119	330	19	33	38	3,19
17	14°20'43,6"S	68°32'21,9"W	730	120-121	270	24	41	44	2,27
18	14°21'33,6"S	68°32'22,1"W	886	122-125	238	24	40	43	2,60
19	14°18'50,1"S	68°32'28,2"W	721	126-132	269	29	42	44	1,94
20	14°18'12"S	68°32'16,7"W	715	132-133	350	30	48	50	2,56
Promedio			878,1		321,6	25,9	40,6	44	2,62
Mínimo			701		238	19	33	37	1,78
Máxima			1180		391	31	48	52	3,49
E. E.					±15,3	±0,45	±0,02	±0,16	±0,12
Total					6431	44	85	110	52,47

Anexo 3. Ubicación del bosque seco y otras regiones en estudio en comparación con el presente estudio.



Anexo 4. Mapa de vegetación de la región de estudio, incluyendo las áreas protegidas de Apolobamba (ANMI), Madidi (PN y ANMI), Pílon Lajas (PN) y Cotapata (PN), así como las zonas de colonización de los Yungas y el Alto Beni del Departamento de La Paz; se presenta también el uso de suelo del año 2001.



Anexo 5. Lista completa de las especies con DAP \geq 10 cm.

Familia	Nombre científico	Nº de individuos	Área basal (m²/ha)
Achatocarpaceae	Achatocarpus praecox	41	0,38
Anacardiaceae	Astronium urundeuva	17	0,55
	Schinopsis brasiliensis	12	0,45
Annonaceae	Oxandra espintana	86	0,80
	Rollinia emarginata	19	0,19
Apocynaceae	Aspidosperma cylindrocarpon	20	0,43
	Himatanthus sucuuba	1	0,00
Araliaceae	Aralia soratensis	2	0,03
Asteraceae	Oblivia mikanioides	1	0,01
Bignoniaceae	Indeterminado 5	1	0,01
	Tabebuia ochracea	48	0,59
Bombacaceae	Ceiba boliviana	15	0,12
	Ceiba speciosa	2	0,30
Cactaceae	Cereus AFC 116	2	0,01
	Cereus <i>tacuarealensis</i>	2	0,06
	Cleistocactus AFC 120	2	0,01
	Opuntia brasiliensis	40	0,26
	Pereskia weberiana	1	0,01
	Praecereus euchlorus	3	0,02
Capparaceae	Capparis coimbrana	11	0,08
	Capparis polyantha	139	1,32
Celastraceae	Maytenus cardenasii	29	0,27
	Schaefferia argentinensis	2	0,02
Clusiaceae	Clusia haughtii	7	0,06
	Kielmeyera paniculata	10	0,17
Cochlospermaceae	Cochlospermum vitifolium	1	0,01
Combretaceae	Terminalia triflora	4	0,03
Erythroxylaceae	Erythroxylum subtrotundum	20	0,13
Euphorbiaceae	Astrocasia jacobinensis	3	0,01
	Sebastiania brasiliensis	21	0,14
Fabaceae	Amburana cearensis	3	0,26
	Anadenanthera colubrina	61	2,70
	Bauhinia vel sp. nov.	2	0,01
	Calliandra chulumania	1	0,00
	Erythrina amazonica	1	0,01
	Fabaceae AFC 115	1	0,04
	Fabaceae AFC 88	5	0,09
	Holocalyx balansae	53	0,91
	Lonchocarpus obtusus	93	0,74
	Machaerium pilosum	2	0,03
	Machaerium scleroxylon	111	1,16
	Myroxylon balsamum	4	0,06
	Piptadenia AFC 47	5	0,06
	Piptadenia excelsa	36	0,65
Piptadenia viridiflora	24	0,33	

	<i>Sweetia fruticosa</i>	1	0,02
Flacourtiaceae	<i>Banara tomentosa</i>	21	0,14
	<i>Xylosma velutina</i>	6	0,07
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i>	128	0,84
	<i>Trichilia clausenii</i>	1	0,01
	<i>Trichilia elegans</i>	22	0,17
Moraceae	<i>Ficus trigona</i>	2	0,01
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	4	0,05
	<i>Eugenia AFC 128</i>	2	0,02
	<i>Eugenia uniflora</i>	5	0,04
	<i>Myrcianthes mato</i>	4	0,03
	<i>Myrtaceae AFC 102</i>	4	0,06
	<i>Siphoneugena occidentalis</i>	4	0,03
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea stipitata</i>	3	0,02
	<i>Neea bangii</i>	24	0,15
	<i>Neea ovalifolia</i>	1	0,00
	<i>Neea spruceana</i>	4	0,03
	<i>Pisonia zapallo</i>	3	0,02
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>	50	1,70
Opiliaceae	<i>Agonandra excelsa</i>	14	0,11
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i>	4	0,03
	<i>Sequoiaria americana</i>	1	0,00
Polygonaceae	<i>Coccoloba cordata</i>	20	0,25
	<i>Coccoloba peruviana</i>	2	0,03
	<i>Ruprechtia apetala</i>	17	0,14
	<i>Triplaris vestita</i>	2	0,02
Rutaceae	<i>Zanthoxylum fagara</i>	36	0,32
	<i>Zanthoxylum monogynum</i>	1	0,01
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	1	0,01
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum sp. nov.</i>	35	0,48
Scrophulariaceae	<i>Basistemom AFC 127</i>	1	0,01
Sterculiaceae	<i>Helicteres lhotzkyana</i>	1	0,02
Trigoniaceae	<i>Trigonia boliviana</i>	1	0,00
Turneraceae	<i>Turnera weddelliana</i>	6	0,08
Ulmaceae	<i>Celtis loxensis</i>	15	0,57
	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	79	1,48
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i>	6	0,05
Total general		1495	20,53

Anexo 6. Lista general de la diversidad de familias

Familia	Nombre científico	Abundancia
Fabaceae	<i>Acacia riparia</i>	102
	<i>Amburana cearensis</i>	3
	<i>Anadenanthera colubrina</i>	74
	<i>Bauhinia vel sp. nov.</i>	37
	<i>Calliandra chulumania</i>	67
	<i>Coursetia brachyrhachis</i>	2
	<i>Erythrina amazonica</i>	26
	<i>Fabaceae AFC 115</i>	1
	<i>Fabaceae AFC 88</i>	6
	<i>Holocalyx balansae</i>	128
	<i>Lonchocarpus obtusus</i>	235
	<i>Machaerium inundatum</i>	1
	<i>Machaerium latifolium</i>	13
	<i>Machaerium pilosum</i>	7
	<i>Machaerium scleroxylon</i>	179
	<i>Myroxylon balsamum</i>	12
<i>Piptadenia AFC 47</i>	20	
<i>Piptadenia excelsa</i>	75	
<i>Piptadenia viridiflora</i>	51	
<i>Sweetia fruticosa</i>	1	
Myrtaceae	<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	53
	<i>Eugenia AFC 128</i>	15
	<i>Eugenia AFC 130</i>	1
	<i>Eugenia feijoi</i>	30
	<i>Eugenia uniflora</i>	25
	<i>Myrcianthes mato</i>	19
	<i>Myrtaceae AFC 102</i>	5
	<i>Siphoneugena occidentalis</i>	37
Cactaceae	<i>Cereus AFC 116</i>	2
	<i>Cereus tacuaralensis</i>	3
	<i>Cleistocactus AFC 120</i>	3
	<i>Opuntia brasiliensis</i>	178
	<i>Pereskia weberiana</i>	25
	<i>Praecereus euchlorus</i>	177
<i>Selenicereus setaceus</i>	3	
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon klotzschii</i>	1
	<i>Astrocasia jacobinensis</i>	194
	<i>Croton AFC 70</i>	96
	<i>Manihot AFC 123</i>	2
	<i>Manihot AFC 9</i>	17
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	111	

	<i>Arrabidaea selloi</i>	17
	Indeterminado 5	70
Bignoniaceae	<i>Macfadyena uncata</i>	2
	<i>Pyrostegia dichotoma</i>	6
	<i>Tabebuia ochracea</i>	86
	<i>Bougainvillea stipitata</i>	21
	<i>Neea bangii</i>	148
Nyctaginaceae	<i>Neea ovalifolia</i>	6
	<i>Neea spruceana</i>	14
	<i>Pisonia zapallo</i>	11
	<i>Coccoloba cordata</i>	54
Polygonaceae	<i>Coccoloba peruviana</i>	5
	<i>Ruprechtia apetala</i>	49
	<i>Triplaris vestita</i>	18
	<i>Ceiba boliviana</i>	45
Bombacaceae	<i>Ceiba speciosa</i>	2
	<i>Pseudobombax septenatum</i>	5
	<i>Banara tomentosa</i>	73
Flacourtiaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i>	1
	<i>Xylosma velutina</i>	26
	<i>Trichilia catigua</i>	920
Meliaceae	<i>Trichilia clausenii</i>	43
	<i>Trichilia elegans</i>	77
Rutaceae	<i>Amyris AFC 18</i>	76
	<i>Zanthoxylum fagara</i>	119
	<i>Zanthoxylum monogynum</i>	3
Moraceae	<i>Ficus subandina</i>	2
	<i>Ficus trigona</i>	72
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i>	24
	<i>Schinopsis brasiliensis</i>	15
Annonaceae	<i>Oxandra espintana</i>	341
	<i>Rollinia emarginata</i>	45
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	32
	<i>Himatanthus sucuuba</i>	8
Capparaceae	<i>Capparis coimbrana</i>	181
	<i>Capparis polyantha</i>	391
Celastraceae	<i>Maytenus cardenasii</i>	82
	<i>Schaefferia argentinensis</i>	15
Clusiaceae	<i>Clusia haughtii</i>	63
	<i>Kielmeyera paniculata</i>	20
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i>	8
	<i>Sequiaria americana</i>	132
Ulmaceae	<i>Celtis loxensis</i>	35
	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	181
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	9
	<i>Chrysophyllum sp. nov.</i>	97
Cochlospermaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1

Combretaceae	<i>Terminalia triflora</i>	7
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum subrotundum</i>	67
Araliaceae	<i>Aralia soratensis</i>	2
Asclepiadaceae	<i>Asclepiadaceae AFC 82</i>	16
Asteraceae	<i>Oblivia mikanioides</i>	2
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i>	142
Indeterminado2	<i>Indeterminado 2</i>	4
Indeterminado3	<i>Indeterminado 3</i>	1
Lauraceae	<i>Ocotea AFC 87</i>	6
Malpighiaceae	<i>Bunchosia AFC 112</i>	2
Olacaceae	<i>Ximenia americana</i>	121
Opiliaceae	<i>Agonandra excelsa</i>	32
Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	1
Rubiaceae	<i>Randia armata</i>	7
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	124
Scrophulariaceae	<i>Basistemon AFC 127</i>	4
Solanaceae	<i>Solanum AFC 72</i>	3
Sterculiaceae	<i>Helicteres lhotzkyana</i>	39
Theophrastaceae	<i>Clavija tarapotana</i>	7
Trigoniaceae	<i>Trigonia boliviana</i>	112
Turneraceae	<i>Turnera weddelliana</i>	14
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i>	30
Total	110	6.431

Anexo 7. Lista general de las especies más importantes en 2 ha del bosque seco deciduo del sector de Azariamas PN y ANMI Madidi

Nombre científico	Abundancia Absoluta.	Abundancia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa	IVI (%)
<i>Acacia riparia</i>	102	1,59	0,14	0,26	16	1,8	1,22
<i>Achatocarpus praecox</i>	142	2,21	1,04	1,98	18	2,03	2,07
<i>Actinostemon klotzschii</i>	1	0,02	0	0	1	0,11	0,04
<i>Agonandra excelsa</i>	32	0,5	0,27	0,52	9	1,01	0,68
<i>Allophylus edulis</i>	124	1,93	0,22	0,42	17	1,92	1,42
<i>Amburana cearensis</i>	3	0,05	0,53	1,01	3	0,34	0,46
<i>Amyris AFC 18</i>	76	1,18	0,13	0,24	14	1,58	1
<i>Anadenanthera colubrina</i>	74	1,15	5,45	10,38	17	1,92	4,48
<i>Aralia soratensis</i>	2	0,03	0,06	0,11	2	0,23	0,12
<i>Arrabidaea selloi</i>	17	0,26	0,03	0,07	4	0,45	0,26
<i>Asclepiadaceae AFC 82</i>	16	0,25	0,03	0,05	10	1,13	0,48
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	32	0,5	0,9	1,72	11	1,24	1,15
<i>Astrocasia jacobinensis</i>	194	3,02	0,31	0,59	10	1,13	1,58
<i>Astronium urundeuva</i>	24	0,37	1,14	2,17	11	1,24	1,26
<i>Banara tomentosa</i>	73	1,14	0,42	0,81	15	1,69	1,21
<i>Basistemon AFC 127</i>	4	0,06	0,01	0,02	1	0,11	0,07
<i>Bauhinia vel sp. nov.</i>	37	0,58	0,1	0,19	5	0,56	0,44
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	53	0,82	0,2	0,39	11	1,24	0,82
<i>Bougainvillea stipitata</i>	21	0,33	0,1	0,19	6	0,68	0,4
<i>Bunchosia AFC 112</i>	2	0,03	0	0,01	2	0,23	0,09
<i>Calliandra chulumania</i>	67	1,04	0,17	0,32	12	1,35	0,9
<i>Capparis coimbrana</i>	181	2,81	0,46	0,88	15	1,69	1,8
<i>Capparis polyantha</i>	391	6,08	3,44	6,55	20	2,25	4,96
<i>Casearia gossypiosperma</i>	1	0,02	0	0	1	0,11	0,04
<i>Ceiba boliviana</i>	45	0,7	0,33	0,64	16	1,8	1,05
<i>Ceiba speciosa</i>	2	0,03	0,59	1,13	1	0,11	0,42
<i>Celtis loxensis</i>	35	0,54	1,19	2,26	14	1,58	1,46
<i>Cereus AFC 116</i>	2	0,03	0,03	0,06	1	0,11	0,07
<i>Cereus tacuaralensis</i>	3	0,05	0,13	0,25	2	0,23	0,17
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	9	0,14	0,01	0,03	4	0,45	0,21
<i>Chrysophyllum sp. nov.</i>	97	1,51	1,15	2,19	8	0,9	1,53
<i>Clavija tarapotana</i>	7	0,11	0,02	0,03	3	0,34	0,16
<i>Cleistocactus AFC 120</i>	3	0,05	0,02	0,04	1	0,11	0,07
<i>Clusia haughtii</i>	63	0,98	0,22	0,42	14	1,58	0,99
<i>Coccoloba cordata</i>	54	0,84	0,59	1,12	11	1,24	1,07
<i>Coccoloba peruviana</i>	5	0,08	0,07	0,14	3	0,34	0,19
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1	0,02	0,01	0,03	1	0,11	0,05
<i>Coursetia brachyrhachis</i>	2	0,03	0	0	2	0,23	0,09
<i>Croton AFC 70</i>	96	1,49	0,15	0,29	10	1,13	0,97
<i>Erythrina amazonica</i>	26	0,4	0,06	0,11	12	1,35	0,62
<i>Erythroxylum subrotundum</i>	67	1,04	0,39	0,75	17	1,92	1,24

<i>Eugenia AFC 128</i>	15	0,23	0,05	0,1	2	0,23	0,19
<i>Eugenia AFC 130</i>	1	0,02	0	0,01	1	0,11	0,04
<i>Eugenia feijoi</i>	30	0,47	0,04	0,08	1	0,11	0,22
<i>Eugenia uniflora</i>	25	0,39	0,12	0,22	5	0,56	0,39
<i>Fabaceae AFC 115</i>	1	0,02	0,08	0,15	1	0,11	0,09
<i>Fabaceae AFC 88</i>	6	0,09	0,19	0,37	5	0,56	0,34
<i>Ficus subandina</i>	2	0,03	0,01	0,02	2	0,23	0,09
<i>Ficus trigona</i>	72	1,12	0,12	0,24	11	1,24	0,87
<i>Gallesia integrifolia</i>	8	0,12	0,07	0,14	6	0,68	0,31
<i>Helicteres lhotzkyana</i>	39	0,61	0,12	0,23	8	0,9	0,58
<i>Himatanthus sucuuba</i>	8	0,12	0,02	0,04	1	0,11	0,09
<i>Holocalyx balansae</i>	128	1,99	2,02	3,85	12	1,35	2,4
<i>Indeterminado 2</i>	4	0,06	0	0,01	2	0,23	0,1
<i>Indeterminado 3</i>	1	0,02	0	0	1	0,11	0,04
<i>Indeterminado 5</i>	70	1,09	0,09	0,17	11	1,24	0,83
<i>Kielmeyera paniculata</i>	20	0,31	0,36	0,69	9	1,01	0,67
<i>Lonchocarpus obtusus</i>	235	3,65	1,92	3,65	20	2,25	3,19
<i>Macfadyena uncata</i>	2	0,03	0	0	2	0,23	0,09
<i>Machaerium inundatum</i>	1	0,02	0	0	1	0,11	0,04
<i>Machaerium latifolium</i>	13	0,2	0,01	0,03	5	0,56	0,26
<i>Machaerium pilosum</i>	7	0,11	0,07	0,14	3	0,34	0,19
<i>Machaerium scleroxylon</i>	179	2,78	2,58	4,91	18	2,03	3,24
<i>Manihot AFC 123</i>	2	0,03	0	0	1	0,11	0,05
<i>Manihot AFC 9</i>	17	0,26	0,02	0,03	7	0,79	0,36
<i>Maytenus cardenasii</i>	82	1,28	0,7	1,33	14	1,58	1,4
<i>Myrcianthes mato</i>	19	0,3	0,09	0,17	3	0,34	0,27
<i>Myroxylon balsamum</i>	12	0,19	0,12	0,24	4	0,45	0,29
<i>Myrtaceae AFC 102</i>	5	0,08	0,13	0,25	1	0,11	0,15
<i>Neea bangii</i>	148	2,3	0,62	1,19	16	1,8	1,77
<i>Neea ovalifolia</i>	6	0,09	0,02	0,03	1	0,11	0,08
<i>Neea spruceana</i>	14	0,22	0,1	0,19	6	0,68	0,36
<i>Oblivia mikanioides</i>	2	0,03	0,03	0,05	2	0,23	0,1
<i>Ocotea AFC 87</i>	6	0,09	0,01	0,02	1	0,11	0,07
<i>Opuntia brasiliensis</i>	178	2,77	0,85	1,62	20	2,25	2,21
<i>Oxandra espintana</i>	341	5,3	2,19	4,17	13	1,47	3,65
<i>Pereskia weberiana</i>	25	0,39	0,07	0,13	7	0,79	0,44
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	181	2,81	3,19	6,08	17	1,92	3,61
<i>Piper amalago</i>	1	0,02	0	0	1	0,11	0,04
<i>Piptadenia AFC 47</i>	20	0,31	0,17	0,32	5	0,56	0,4
<i>Piptadenia excelsa</i>	75	1,17	1,39	2,65	16	1,8	1,87
<i>Piptadenia viridiflora</i>	51	0,79	0,75	1,44	11	1,24	1,16
<i>Pisonia zapallo</i>	11	0,17	0,06	0,11	4	0,45	0,24
<i>Praecereus euchlorus</i>	177	2,75	0,34	0,65	12	1,35	1,58
<i>Pseudobombax septenatum</i>	5	0,08	0,01	0,02	3	0,34	0,15
<i>Pyrostegia dichotoma</i>	6	0,09	0	0,01	5	0,56	0,22
<i>Randia armata</i>	7	0,11	0	0,01	2	0,23	0,11
<i>Rollinia emarginata</i>	45	0,7	0,43	0,83	11	1,24	0,92
<i>Ruprechtia apetala</i>	49	0,76	0,39	0,75	16	1,8	1,11
<i>Schaefferia argentinensis</i>	15	0,23	0,07	0,14	10	1,13	0,5
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	15	0,23	0,91	1,73	9	1,01	0,99
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	111	1,73	0,5	0,96	11	1,24	1,31
<i>SeQUIERIA americana</i>	132	2,05	0,23	0,44	16	1,8	1,43

<i>Selenicereus setaceus</i>	3	0,05	0	0,01	3	0,34	0,13
<i>Siphoneugena occidentalis</i>	37	0,58	0,14	0,26	5	0,56	0,47
<i>Solanum AFC 72</i>	3	0,05	0	0,01	3	0,34	0,13
<i>Sweetia fruticosa</i>	1	0,02	0,03	0,06	1	0,11	0,06
<i>Tabebuia ochracea</i>	86	1,34	1,31	2,49	15	1,69	1,84
<i>Terminalia triflora</i>	7	0,11	0,07	0,14	1	0,11	0,12
<i>Trichilia catigua</i>	920	14,31	3,64	6,93	20	2,25	7,83
<i>Trichilia clausenii</i>	43	0,67	0,06	0,12	8	0,9	0,56
<i>Trichilia elegans</i>	77	1,2	0,51	0,98	11	1,24	1,14
<i>Trigonía boliviana</i>	112	1,74	0,18	0,33	20	2,25	1,44
<i>Triplaris vestita</i>	18	0,28	0,08	0,16	7	0,79	0,41
<i>Turnera weddelliana</i>	14	0,22	0,18	0,35	10	1,13	0,56
<i>Urera baccifera</i>	30	0,47	0,16	0,31	12	1,35	0,71
<i>Ximénia americana</i>	121	1,88	3,58	6,82	19	2,14	3,61
<i>Xylosma velutina</i>	26	0,4	0,2	0,38	10	1,13	0,64
<i>Zanthoxylum fagara</i>	119	1,85	0,88	1,67	16	1,8	1,78
<i>Zanthoxylum monogynum</i>	3	0,05	0,02	0,03	3	0,34	0,14
Total	6431	100	52,47	100	887	100	100

Anexo 8. Lista general de las familias más importantes en 2 ha del bosque seco deciduo del sector de Azariamas PN y ANMI Madidi

Familia	Abundancia Absoluta	Abundancia Relativa	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa	Diversidad Absoluta	Diversidad Relativa	IVIF (%)
Achatocarpaceae	142	2,21	1,04	1,98	1	0,91	1,7
Anacardiaceae	39	0,61	2,05	3,9	2	1,82	2,11
Annonaceae	386	6	2,62	5	2	1,82	4,27
Apocynaceae	40	0,62	0,93	1,76	2	1,82	1,4
Araliaceae	2	0,03	0,06	0,11	1	0,91	0,35
Asclepiadaceae	16	0,25	0,03	0,05	1	0,91	0,4
Asteraceae	2	0,03	0,03	0,05	1	0,91	0,33
Bignoniaceae	181	2,81	1,44	2,74	5	4,55	3,37
Bombacaceae	52	0,81	0,94	1,79	3	2,73	1,78
Cactaceae	391	6,08	1,44	2,74	7	6,36	5,06
Capparaceae	572	8,89	3,9	7,43	2	1,82	6,05
Celastraceae	97	1,51	0,77	1,47	2	1,82	1,6
Clusiaceae	83	1,29	0,58	1,11	2	1,82	1,41
Cochlospermaceae	1	0,02	0,01	0,03	1	0,91	0,32
Combretaceae	7	0,11	0,07	0,14	1	0,91	0,38
Erythroxylaceae	67	1,04	0,39	0,75	1	0,91	0,9
Euphorbiaceae	421	6,55	0,99	1,88	6	5,45	4,63
Fabaceae	1040	16,17	15,78	30,06	20	18,18	21,47
Flacourtiaceae	100	1,55	0,63	1,19	3	2,73	1,82
Indeterminado2	4	0,06	0	0,01	1	0,91	0,33
Indeterminado3	1	0,02	0	0	1	0,91	0,31
Lauraceae	6	0,09	0,01	0,02	1	0,91	0,34
Malpighiaceae	2	0,03	0	0,01	1	0,91	0,32
Meliaceae	1040	16,17	4,21	8,03	3	2,73	8,98
Moraceae	74	1,15	0,13	0,26	2	1,82	1,07
Myrtaceae	185	2,88	0,78	1,48	8	7,27	3,88
Nyctaginaceae	200	3,11	0,9	1,71	5	4,55	3,12
Olacaceae	121	1,88	3,58	6,82	1	0,91	3,2
Opiliaceae	32	0,5	0,27	0,52	1	0,91	0,64
Phytolaccaceae	140	2,18	0,3	0,57	2	1,82	1,52
Piperaceae	1	0,02	0	0	1	0,91	0,31
Polygonaceae	126	1,96	1,14	2,17	4	3,64	2,59
Rubiaceae	7	0,11	0	0,01	1	0,91	0,34
Rutaceae	198	3,08	1,02	1,94	3	2,73	2,58
Sapindaceae	124	1,93	0,22	0,42	1	0,91	1,09
Sapotaceae	106	1,65	1,16	2,22	2	1,82	1,89
Scrophulariaceae	4	0,06	0,01	0,02	1	0,91	0,33
Solanaceae	3	0,05	0	0,01	1	0,91	0,32
Sterculiaceae	39	0,61	0,12	0,23	1	0,91	0,58
Theophrastaceae	7	0,11	0,02	0,03	1	0,91	0,35
Trigoniaceae	112	1,74	0,18	0,33	1	0,91	1
Turneraceae	14	0,22	0,18	0,35	1	0,91	0,49

Ulmaceae	216	3,36	4,38	8,35	2	1,82	4,51
Urticaceae	30	0,47	0,16	0,31	1	0,91	0,56
Total	6431	100	52,47	100	110	100	100

Anexo 10. Especies maderables presentes en los bosques secos andinos de Madidi.

Nombre científico	Familia	Nombre común	Potencial
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Fabaceae	Willca o curupaú	Alto
<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	Apocynaceae	Nucala o jichituriqui	Alto
<i>Astronium urundeuva</i>	Anacardiaceae	Vitaca o cuchi	Alto
<i>Amburana cearensis</i>	Fabaceae	Tumi o roble	Alto
<i>Ampelocera ruizii</i>	Ulmaceae	Batan	Alto
<i>Cariniana estrellensis</i>	Lecythidaceae	Pirijchu o yesquero	Alto
<i>Cariniana ianeirensis</i>	Lecythidaceae	Pirijchu o yesquero	Alto
<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	Cedro	Alto
<i>Celtis loxensis</i>	Ulmaceae	Algarobo blanco	Alto
<i>Gallesia integrifolia</i>	Phytolaccaceae	Ajo Ajo	Alto
<i>Holocalyx balansae</i>	Fabaceae	Jacaranda	Alto
<i>Hura crepitans</i>	Euphorbiaceae	Manuno u ochoo	Alto
<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	Jacajaco o paquio	Alto
<i>Machaerium scleroxylon</i>	Fabaceae	Guayabón o morado	Alto
<i>Myroxylon balsamum</i>	Fabaceae	Resina	Alto
<i>Oxandra espintana</i>	Annonaceae	Sipico o piraquina	Alto
<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	Ulmaceae	Chaki kaspi o cuta	Alto
<i>Schinopsis brasiliensis</i>	Anacardiaceae	Soto bitaca	Alto
<i>Sweetia fruticosa</i>	Fabaceae	Kellu mani	Alto
<i>Tabebuia ochracea</i>	Bignoniaceae	Lulo o tajibo	Alto
<i>Albizia niopoides</i>	Fabaceae	Kellu uchichi	Medio
<i>Clarisia biflora</i>	Moraceae	Chicle caspi o mururé	Medio
<i>Copaifera reticulata</i>	Fabaceae	Copaibo	Medio
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Picana	Medio
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Fabaceae	Tuntun	Medio
<i>Platymiscium pinnatum</i>	Fabaceae	Cedrillo	Medio
<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	MaraMe	Medio
<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae	Ayatullo	Bajo
<i>Ceiba samauma</i>	Bombacaceae	Algodón	Bajo
<i>Ormosia boliviensis</i>	Fabaceae	Wayruro	Bajo
<i>Platymiscium pubescens</i>	Fabaceae	Paquicha, yana	Bajo
<i>Stryphnodendron guianense</i>	Fabaceae	Canelón	Bajo
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Bignoniaceae	Lulo	Bajo
<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae	Lulo	Bajo

Fuente: Araujo & Zenteno 2006