

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA COMPOSICIÓN  
FLORÍSTICA DE CINCO ESPECIES DE PALMERAS  
ENTRE SAN BUENAVENTURA E IXIAMAS, PROVINCIA  
ABEL ITURRALDE**

**IDA HUANTO MAMANI**

LA PAZ, BOLIVIA  
2007

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA DE  
CINCO ESPECIES DE PALMERAS ENTRE SAN BUENAVENTURA E  
IXIAMAS, PROVINCIA ABEL ITURRALDE**

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

**Ida HUANTO MAMANI**

**Asesor:**

Ing. For. Luis GOITIA ARZE .....

**Comité Revisor:**

Dr. Abul KALAM KURBAN .....

Ing. M. Sc. Ángel PASTRANA ALBIS .....

**APROBADA**

**Presidente:** .....

2007

*Dedicado a la persona más importante de mi vida,  
Mi ejemplo de generosidad, amor y honestidad,  
Quien me enseñó a lograr mis objetivos,  
A mi amada madre **JUANA †**.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mi asesor Ing. Luís GOITIA ARZE, por la paciencia demostrada y las sugerencias hechas en el proceso de elaboración de la tesis.

A mis revisores: Ing. M. Sc. Isidro CALLISAYA e Ing. M. Sc. Angel PASTRANA ALBIS, por las observaciones y recomendaciones propuestas que enriquecieron el trabajo final.

A los comunarios de 7 de Diciembre, Santa Rosa de Maravilla y Carmen Pecha, por su hospitalidad, amistad y colaboración durante el trabajo de campo, quienes alivianaron esta labor.

A Javier por haberme brindado la oportunidad de trabajar en el tema de palmeras, a Tomás, Karla, Daniel, Patty y Rocio por su amistad y los divertidos momentos vividos en campo.

A Rubén por su ayuda desinteresada, cuya experiencia aportó significativamente al presente estudio.

A todos los colegas quienes me brindaron su apoyo moral en los momentos precisos.

A mis amigos de la Facultad de Agronomía y principalmente a la muchachada de Carpas Collpani, con quienes vivimos situaciones buenas y malas.

Y finalmente un agradecimiento especial a mi Padre y mis hermanos: Karín, Edwin y Ramiro, por su apoyo y comprensión demostrado en cada minuto y por la confianza depositada en mi persona, que afianzó las decisiones tomadas en mi vida.

## INDICE GENERAL

	Pág.
<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	2
1.1.1. Objetivo general .....	2
1.1.2. Objetivos específicos .....	2
<b>2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1. El Bosque húmedo tropical .....	3
2.1.1. Recursos maderables y su aprovechamiento .....	3
2.1.2. Productos forestales no maderables .....	4
2.2. Palmeras .....	5
2.2.1. Aspectos generales .....	5
2.2.2. Diversidad de palmeras en Bolivia .....	6
2.2.3. Distribución .....	7
2.2.4. Importancia .....	8
2.2.5. Utilización y comercialización .....	9
2.3. Estudios de la vegetación .....	10
2.3.1. Composición florística .....	11
2.3.2. Curva especie-área .....	12
2.3.3. Parámetros para medir la vegetación .....	12
2.3.3.1. Abundancia .....	12
2.3.3.2. Frecuencia .....	12
2.3.3.3. Área basal .....	12
2.3.4. Índices para evaluar la vegetación .....	13
2.3.4.1. Equidad de Pielou .....	13
2.3.4.2. Índice de Shannon-Wiener .....	13
2.3.4.3. Índice de Simpson .....	13
2.3.4.4. Índice de valor de importancia .....	14
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	15
3.1. LOCALIZACIÓN .....	15
3.1.1. Ubicación geográfica .....	15
3.1.2. Características físicas .....	16
3.1.2.1. Fisiografía .....	16
3.1.2.2. Geología y geomorfología .....	16
3.1.2.3. Clima .....	17
3.1.2.4. Suelo .....	17
3.1.2.4.1. La serranía y la colina .....	18
3.1.2.4.2. El Pie de Monte .....	18
3.1.2.4.3. La llanura .....	18
3.1.3. Formaciones vegetales .....	19
3.1.3.1. Bosque muy húmedo de pie de monte .....	19
3.1.3.2. Bosque húmedo de llanura .....	19
3.1.3.3. Sabana húmeda arbolada .....	20
3.1.4. Fauna .....	21
3.2. Materiales .....	22
3.2.1. Material de información digital .....	22
3.2.2. Material cartográfico .....	22
3.2.3. Materiales de campo .....	22

3.2.4.	Materiales de gabinete .....	23
3.2.5.	Equipos .....	23
3.3.	Metodología .....	23
3.3.1.	Selección del sitio de estudio .....	23
3.3.2.	Diseño e Instalación de parcelas temporales de muestreo (PTM) .....	24
3.3.3.	Toma de datos o levantamiento florístico .....	25
3.3.4.	Análisis de datos .....	26
3.3.4.1.	Evaluación de la composición florística .....	26
3.3.4.1.1.	Abundancia Relativa .....	26
3.3.4.1.2.	Dominancia Relativa .....	26
3.3.4.1.3.	Frecuencia Relativa.....	27
3.3.4.1.4.	Índice de Valor de Importancia.....	27
3.3.4.2.	Indices de diversidad florística.....	28
3.3.4.2.1.	Sahnon- Wiener (H) .....	28
3.3.4.2.2.	Equidad de Pielou .....	28
3.3.4.2.3.	Predominio de Simpson .....	29
3.3.4.3.	Evaluación de la estructura.....	29
3.3.4.3.1.	Distribución diamétrica .....	29
3.3.4.3.2.	Distribución de tamaños.....	29
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>30</b>
4.1.	Composición florística .....	30
4.1.1.	Descripción general .....	30
4.1.2.	Sabana Húmeda Arbolada .....	33
4.1.3.	Bosque muy Húmedo de Pie de Monte.....	36
4.1.4.	Bosque Húmedo de Llanura .....	39
4.2.	Curvas de diversidad florística .....	42
4.3.	Estructura del bosque .....	44
4.3.1.	Comparación y Distribución diamétrica de las plantas en la Sabana Húmeda Arbolada (SHA), Bosque Muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM) y Bosque Húmedo de Llanura (BHLL). .....	44
4.3.2.	Estratificación y altura de las plantas en la Sabana Húmeda Arbolada (SHA), Bosque Muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM) y Bosque Húmedo de Llanura (BHLL).....	47
4.4.	Evaluación cuantitativa de palmeras .....	51
4.4.1.	Comparación florística .....	51
4.4.2.	Clases diamétricas.....	55
4.4.3.	Evaluación del número de frutos.....	56
4.5.	Mapas .....	58
<b>5.</b>	<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>60</b>
<b>6.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>63</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>75</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Datos generales, ecológicos y florísticos de las plantas (Dap > 10 cm) encontradas en cada tipo de bosque correspondiente al área de estudio.....	30
Cuadro 2. Equivalencias entre los tipos de vegetación presentes en el estudio y otros trabajos que cubren la región. ....	31
Cuadro 3. Comparación de las 15 familias más importantes, según el número de especies (Nº SSP), valores de importancia (IVIF% al 100%) de los tres tipos de bosque y los valores de importancia promedio (PROM IVIF%) ordenados de modo decreciente. ....	32
Cuadro 4. Comparación de las 15 especies más importantes, según el número de individuos (Nº IND) valores de importancia (IVI% al 100%) de los tres tipos de bosque y los valores de importancia promedio (PROM IVI%) ordenados de modo decreciente. ....	33
Cuadro 5. Las 10 familias más importantes en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), número de especies (Nº Sp), área basal (AB m <sup>2</sup> ) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En la Sabana Húmeda Arbolada (SHA).....	34
Cuadro 6. Las 15 especies más importantes identificadas en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), frecuencia (Fr), área basal (AB m <sup>2</sup> ) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En la Sabana Húmeda Arbolada (SHA).....	35
Cuadro 7. Las 10 familias más importantes en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), número de especies (Nº Sp), área basal (AB m <sup>2</sup> ) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En el Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM).....	36
Cuadro 8. Las 15 especies más importantes identificadas en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), frecuencia (Fr), área basal (AB m <sup>2</sup> ) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En el Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM). ....	38
Cuadro 9. Las 10 familias más importantes en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), número de especies (Nº Sp), área basal (AB m <sup>2</sup> ) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En el Bosque Húmedo de Llanura (BHLL). ....	39
Cuadro 10. Las 15 especies más importantes identificadas en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), frecuencia (Fr), área basal (AB m <sup>2</sup> ) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En el Bosque Húmedo de Llanura (BHLL). ....	41

Cuadro 11. Comparación de los parámetros de abundancia, frecuencia, dominancia relativos e índice de valor de importancia para la familia Arecaceae en el Bosque Húmedo de Llanura (BHLL), Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM) y Sabana Húmeda Arbolada (SHA). .....	52
Cuadro 12. Relación del número de individuos de palmeras con la categoría del número de racimos. Sn/cfl-cfr = sin nada de flor o fruto; 1 cfl = con 1 racimo de flor; 1 cfr = con 1 racimo de fruto; 2 cfl = con 2 racimos de flores; 2 cfr = con 2 racimos de frutos; 2 cfl/ 1 cfr = con 2 racimos de flores y 1 racimo de fruto; 1 cfl/(1-2-4) cfr = con 1 racimo de flores y con 1 hasta 4 racimos de frutos; (3-4) cfl = con 3 o 4 racimos de flores; 3 cfr = con 3 racimos de frutos; (4-5) cfr = con 4 o 5 racimos de frutos. ....	57
Cuadro 13. Polígonos ubicados en cada formación vegetal, superficie en (ha) y las características que presentan. ....	58

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diseño de la parcela temporal de muestreo (PTM) .....	25
Figura 2. Curva de acumulación de especies por área muestreada en los tres tipos de bosque. SHA = Sabana Húmeda Arbolada, BMHPM = Bosque muy Húmedo de Pie de Monte, BHLL = Bosque Húmedo de Llanura. ....	42
Figura 3. comparación de la clasificación diamétrica según el número de individuos y área basal en tres tipos de bosque: a) Sabana Húmeda Arbolada (SHA), b) Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM), c) Bosque Húmedo de Llanura (BHLL). ....	46
Figura 4. comparación de la relación de individuos por clases altimétricas en tres tipos de bosque: a) Sabana Húmeda Arbolada (SHA), b) Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM), c) Bosque Húmedo de Llanura (BHLL). ....	49
Figura 5. Distribución del número de individuos (%) por clase diamétrica (cm) en tres tipos de bosque: Sabana Húmeda Arbolada (SHA), Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM), Bosque Húmedo de Llanura (BHLL). ....	55
Figura 6. Representación del porcentaje de individuos en fructificación y floración en el área de estudio entre San Buenaventura e Ixiamas. Sn/cfl-cfr = sin nada de flor o fruto; 1 cfl = con 1 racimo de flor; 1 cfr = con 1 racimo de fruto; 2 cfl = con 2 racimos de flores; 2 cfr = con 2 racimos de frutos; 2 cfl/ 1 cfr = con 2 racimos de flores y 1 racimo de fruto; 1 cfl/(1-2-4) cfr = con 1 racimo de flores y con 1 hasta 4 racimos de frutos; (3-4) cfl = con 3 o 4 racimos de flores; 3 cfr = con 3 racimos de frutos; (4-5) cfr = con 4 o 5 racimos de frutos. ....	56

## LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Climadiagramas de las poblaciones de Rurrenabaque e Ixiamas, próximas al área de estudio.
- Anexo 2. Mapas parlantes de ubicación de palmeras.
- Anexo 3. Lista general de especies inventariadas en el área de estudio, valores de IVI y área basal (AB) en los tres tipos de bosque establecidos (SHA = Sabana Húmeda Arbolada, BMHPM = Bosque muy Húmedo de Pie de Monte, BHLL = Bosque Húmedo de Llanura).
- Anexo 4. Lista de las especies registradas (Dap > 10 cm), en el bosque de Sabana Húmeda Arbolada (SHA) presentando abundancia (AB), frecuencia relativa (FREC), área basal (AB m<sup>2</sup>), densidad relativa (DEN REL), frecuencia relativa (FREC REL), dominancia relativa (DOM REL) y el índice de valor de importancia (IVI %).
- Anexo 5. Lista de las especies registradas (Dap > 10 cm), en el Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM) presentando abundancia (AB), frecuencia relativa (FREC), área basal (AB m<sup>2</sup>), densidad relativa (DEN REL), frecuencia relativa (FREC REL), dominancia relativa (DOM REL) y el índice de valor de importancia (IVI %).
- Anexo 6. Lista de las especies registradas (Dap > 10 cm), en el Bosque Húmedo de Llanura (BHLL) presentando abundancia (AB), frecuencia relativa (FREC), área basal (AB m<sup>2</sup>), densidad relativa (DEN REL), frecuencia relativa (FREC REL), dominancia relativa (DOM REL) y el índice de valor de importancia (IVI %).
- Anexo 7. Lista de las familias registradas en el bosque de Sabana Húmeda Arbolada (SHA) presentando número de individuos (N<sup>o</sup> Ind), número de especies (N<sup>o</sup> Sp), área basal (AB m<sup>2</sup>), abundancia relativa (ABUN REL), diversidad relativa (DIV REL), dominancia relativa (DOM REL) y el índice de valor de importancia (IVI 100%).
- Anexo 8. Lista de las familias registradas en el Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM) presentando número de individuos (N<sup>o</sup> Ind), número de especies (N<sup>o</sup> Sp), área basal (AB m<sup>2</sup>), abundancia relativa (ABUN REL), diversidad relativa (DIV REL), dominancia relativa (DOM REL) y el índice de valor de importancia (IVI 100 %).
- Anexo 9. Lista de las familias registradas en el bosque húmedo de llanura (BHLL) presentando número de individuos (N<sup>o</sup> Ind), número de especies (N<sup>o</sup> Sp), área basal (AB m<sup>2</sup>), abundancia relativa (ABUN REL), diversidad relativa (DIV REL), dominancia relativa (DOM REL) y el índice de valor de importancia (IVI 100 %).
- Anexo 10. Lista de especies registradas en las parcelas de muestreo.
- Anexo 11. Descripción de cuatro especies de palmeras encontradas entre San Buenaventura e Ixiamas.
- Anexo 12. Fotografías.

## RESUMEN

El presente trabajo fue realizado en los Municipios de San Buenaventura e Ixiamas de la Provincia Abel Iturralde, con el objetivo de determinar áreas de distribución espacial de las palmeras: *Euterpe precatoria*, *Oenocarpus bataua*, *Astrocaryum murumuru*, *Iriartea deltoidea* y *Socratea exorrhiza*, a través del análisis de la composición florística y estructura de los bosques, determinándose los tipos de palmeras existentes con relación a la composición florística que presenten las distintas unidades vegetales.

El estudio se realizó mediante el establecimiento de tres parcelas temporales de muestreo (PTM) de 1 ha, establecidas en el bosque de Sabana Húmeda Arbolada, Bosque muy Húmedo de Pie de Monte y Bosque Húmedo de Llanura, en donde se tomó datos de abundancia, diversidad, riqueza e identificación de especies con mayor valor de importancia, tanto en árboles como palmeras.

Como resultado se registró un total de 1057 individuos distribuidos en todo el área de estudio (3 ha) y en un rango altitudinal de 240 a 408 m.s.n.m., el número de especies identificadas fue de 94, pertenecientes a 42 familias. Así mismo, el bosque de Sabana Húmeda Arbolada (SHA), presentó 52 especies y 30 familias, entre las más importantes *Arecaceae*, *Annonaceae*, *Moraceae* y *Combretaceae*, y entre las especies se encuentran *Terminalia oblonga*, *Ruizodendrom ovale*, *Ceiba pentandra* y *Xylopia ligustrifolia*.

El bosque muy húmedo de pie de monte (BMHPM) registró 21 familias y 32 especies, las más importantes son: *Arecaceae* y *Moraceae*; *Pseudolmenia laevis* y *Oenocarpus bataua*. Para el bosque húmedo de llanura (BHLL), se obtuvo 34 familias y 56 especies en donde la familia *Arecaceae* figura como dominante, otras importantes son *Moraceae*, *Bombacaceae* y *Cecropiaceae*. *Euterpe precatoria* es la especie más importante ecológicamente, seguida de *Iriartea deltoidea*, *Pseudolmenia laevis*, *Ceiba pentandra* y *Terminalia oblonga*.

En cuanto a la familia *Arecaceae* está representada en todo el área de estudio, por 6 géneros y 8 especies de palmeras, haciendo un total de 367 individuos que equivalen al 34.7% de la población de árboles con un  $Dap \geq 10$  cm. Estas especies son: *Euterpe precatoria*, *Oenocarpus bataua*, *Iriartea deltoidea*, *Socratea exorrhiza*, *Astrocaryum murumuru*, *Astrocaryum aculeatum*, *Attalea phalerata* y *Oenocarpus mapora*.

Finalmente, se determinó que las especies *Euterpe precatoria* e *Iriartea deltoidea* presentaron una mayor importancia en el BHLL y SHA, y *Oenocarpus bataua* es relativamente dominante en el BMHPM, la especie de mayor distribución a nivel de todas las parcelas es *Socratea exorrhiza* y las especies típicas en altitudes bajas (BHLL y SHA) son *Astrocaryum murumuru* y *A. aculeata*.

## 1. INTRODUCCIÓN

Los bosques amazónicos presentan diversos ecosistemas que contienen una alta biodiversidad florística. Bolivia concentra la mayor diversidad florística en el Bio-Corredor Amboró – Madidi siendo una de las regiones más fitodiversas del mundo y un área prioritaria para la conservación en Bolivia (Araujo & Ibish, 2000).

Se estima la existencia de 5.000 a 6.000 especies de plantas superiores (Parker & Bailey, 1991), y los resultados obtenidos en el marco del Programa Biodiversidad en el Desarrollo Regional (BIRD s/a) corroboran que en el PN-ANMI Madidi y su área de influencia son altamente diversos, y con grandes posibilidades de que se encuentren nuevas especies. Los diferentes ecosistemas dan lugar a esta situación, teniendo una gran diversidad biológica de especies tanto vegetales como animales, principalmente en el norte donde predomina el clima tropical albergando en sus bosques la mayor riqueza de palmeras.

Las palmeras y la variedad de usos que se le asigna, se constituyen en uno de los productos forestales no maderables de importancia, ya que muchas familias de la amazonia boliviana hacen uso de las mismas (Marshall *et al.*; 2006), ésta diversidad es representada por 28 géneros y 80 especies nativas (Moraes, 2004).

Dada la heterogeneidad del bosque, son amplias las posibilidades para encontrar especies de palmera que de acuerdo a sus múltiples usos contribuyan sustancialmente a la alimentación, nutrición y salud de la población; siendo posible incorporar varias de ellas en la economía de la región, pero es necesario iniciar con la investigación evaluando plantas en las poblaciones naturales a fin de determinar individuos sobresalientes y a partir de ello realizar su manejo (De Melo & Voto, 1996).

Hasta la fecha no se hicieron estudios acerca de la diversidad vegetal asociada a las palmeras a nivel general y mucho menos en sitios específicos, en este contexto, la presente investigación pretende generar esta información en el área comprendida entre San Buenaventura e Ixiamas y valorar su importancia como un producto aprovechable del bosque y la conservación de la biodiversidad. Con la ejecución de este trabajo de tesis, se busca aportar con la provisión de información confiable sobre la estructura y composición

de las formaciones vegetales en donde se desarrollan con mayor abundancia las especies de palmeras.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo general**

Determinar áreas de distribución espacial de la composición florística del asaí (*Euterpe precatoria*), majo (*Oenocarpus bataua*), chonta (*Astrocaryum murumuru*), copa (*Iriartea deltoidea*) y pachiuva (*Socratea exorrhiza*) identificadas en diferentes formaciones vegetales entre San Buenaventura e Ixiamas.

### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Establecer mediante el conocimiento local e instrumentos de georeferenciación las áreas de presencia de palmeras en el bosque.
- Analizar la composición florística del asaí (*Euterpe precatoria*), majo (*Oenocarpus bataua*), chonta (*Astrocaryum murumuru*), copa (*Iriartea deltoidea*) y pachiuva (*Socratea exorrhiza*) mediante análisis de estructura de bosque.
- Caracterizar las áreas de palmeras en función de la determinación de los parámetros de abundancia, frecuencia, dominancia y el índice de valor de importancia (IVI).

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. El Bosque húmedo tropical

Los bosques húmedos tropicales se encuentran aproximadamente entre las latitudes 10° N y 10°S y representan casi un 25% de la superficie total de bosques en el mundo, éstos incluyen: bosques húmedos, bosques húmedos bajos, bosques siempreverdes, bosques húmedos semi-caducifolios, terrenos boscosos y sabanas arboladas, en regiones donde la precipitación media anual es superior a los 1.000 mm. (FAO, 1993).

La mayor diversidad de recursos vegetales y de animales del mundo se encuentra en el bosque tropical húmedo. Se ha estimado que más de un 50% de los recursos mundiales de plantas y animales es originario de las zonas tropicales húmedas (German, 1990).

América tropical posee aproximadamente un 40% del trópico húmedo (German, 1990). Los bosques húmedos del norte de Ecuador se encuentran en ambas vertientes de los Andes, en contacto en el oeste con influencias fitogeográficas de los bosques del Chocó y a través de la historia con taxones de Panamá y otras partes de Centro América. En el este, están en contacto con los bosques montanos húmedos que forman un largo corredor ecológico desde los Andes de Venezuela hasta el centro de Bolivia (Gentry, 1982).

Bolivia tiene la característica de ser una zona de contacto de cuatro grandes regiones biogeográficas; la Amazónica, el Cerrado, la Chaqueña y la Cordillera andina (Beck *et al.*; 1993). Según el mapa de cobertura y uso actual de la tierra, un 51.4% de la superficie total corresponde a diferentes tipos de bosques, el 30.8% son tierras con pastos y/o arbustos y el 2.6% es clasificado como tierras cultivadas, el resto integra tierras eriales, cuerpos de agua, nieves perpetuas y centros culturales (Brockmann, 1978 citado por MDSMA, 1995)

#### 2.1.1. Recursos maderables y su aprovechamiento

Hasta hace algunos años sólo algunas especies de árboles maderables y no maderables se aprovechaban en los bosques de Bolivia. Las especies más importantes, por su valor comercial, en los bosques húmedos tropicales fueron: la mara (*Swietenia macrophylla*), el cedro colorado (*Cedrela odorata*), el roble (*Amburana cearensis*), el almendro (*Bertholletia excelsa*) y el asaí (*Euterpe precatoria*). En los bosques secos, las especies más importantes fueron: el cedro (*Cedrela fissilis*), el roble, el cuchi (*Astronium urundeuva*) y el

guayacán (*Bulnesia sarmiento*); aunque muchas de estas especies eran utilizadas en volúmenes pequeños (Justiniano *et al.*; 2003).

Los mismos autores señalan también que el nogal (*Juglans* spp.) y el cedro de montaña (*Cedrela lilloi*) fueron especies importantes en los bosques nublados. Hoy en día, la variedad de especies aprovechables y potenciales se ha incrementado considerablemente y muchas especies abundantes de los diversos bosques son comercializadas.

En el país se aprovechan alrededor de 100 especies arbóreas para la producción maderable, también se cuenta con abundantes productos forestales no maderables como la castaña y otros productos como palmito y plantas medicinales; pero, aparentemente, el aprovechamiento de ciertas especies de palmera, como *Euterpe precatoria*, para la producción de palmito no es sostenible bajo los sistemas actuales de extracción (Peña, 1996 citado por Fredericksen, 2000).

La Superintendencia Forestal (1999), señala para las zonas bajas del Departamento de La Paz, una región denominada como preandino amazónico y otra región como amazonía. Para la primera se indican que las especies importantes son: verdolago (*Terminalia* sp), ochoó (*Hura crepitans*), palo maría (*Clophylum brasiliense*) y bibosi (*Picus* sp), también destacan como especies comercialmente valiosas mara (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*), roble (*Amburana cearensis*). En la región de la amazonía indica que debido a la poca abundancia de especies actualmente muy valiosas, adquieren importancia la presencia de otras especies como mururé (*Clarisia racemosa*), coloradillo (*Hirtella bicornis*), negrillo (*Nectandra* sp.), nui (*Pseudolmenia laevis*) y piraquina (*Duguetia* sp.), entre otras.

### **2.1.2. Productos forestales no maderables**

Posiblemente los primeros aprovechamientos del bosque realizados por el hombre fueron de productos no maderables tales como los frutos para alimento, hojas y exudados para usos medicinales. “A partir de la conquista de América en el siglo XV, el proceso de extracción de los recursos naturales del bosque se aceleró, durante el presente siglo en la década de los 40 se incrementa el extractivismo de plantas medicinales” (Ocampo, 1999).

Los bosques amazónicos poseen varias especies no maderables bajo diferentes fines de extracción, las especies más importantes son el almendro (*Bertholletia excelsa*), el majo (*Oenocarpus bataua*), el asaí (*Euterpe precatoria*) y la palma real (*Mauritia flexuosa*), las cuales son comestibles. También, existen especies de uso medicinal como el sangre de grado (*Croton draconoides*) y sangre de toro (*Virola peruviana* y *Otoba parvifolia*) (Justiniano *et al.*; 2003).

Los productos forestales no maderables (PFNM) andinos de Bolivia son utilizados mayormente para las categorías artesanales, medicinales, tintóreas, construcciones tradicionales y en sistemas agroforestales (Borchsenius & Moraes, 2006).

Muchas de estas especies que una vez se encontraban muy fácilmente hoy están desapareciendo a causa de su recolección indiscriminada o por ser cortada por los madereros y cuarteros, como es el caso de la jatata, blanquillo y cuchi (Chiovolini, 1996).

## **2.2. Palmeras**

### **2.2.1. Aspectos generales**

La familia de palmeras incluye a 200 géneros y 2.450 especies distribuidas en la región tropical a nivel mundial, con algunas especies que se extienden en áreas subtropicales en ambos hemisferios. Además de ser un grupo diverso y ecológicamente importante, los componentes de la familia Arecaceae tienen renombre por su extraordinaria utilidad para las comunidades humanas y las palmeras están siendo explotadas en amplios rangos de escalas económicas a nivel mundial. Por ejemplo, hay especies de importancia económica global como la palma africana aceitera (*Elaeis guineensis*) y el coco (*Cocos nucifera*) (Borchsenius & Moraes, 2006).

Las palmeras *rattan* (con hábito trepador de la subfamilia Calamoideae) aportan importante materia prima destinada a industrias de muebles y artesanías en Asia y Africa. Mientras que especies de los géneros *Borassus*, *Metroxylon*, *Arenga*, *Attalea* y *Phoenix* son fuente de azúcares, almidones, vino de palmera, frutos comestibles y son altamente importantes fuentes nutritivas a nivel local. Muchas distintas especies de palmeras

producen materiales de construcción, fibras, hojas para techado y cera para consumo local y comercio en todos los trópicos húmedos (Borchsenius & Moraes, 2006).

### **2.2.2. Diversidad de palmeras en Bolivia**

De acuerdo a Govaerts & Dransfield (2005), actualmente hay 24 géneros y 109 especies de palmeras que se encuentran en la región andina. Esto corresponde al 37% de los 65 géneros y el 15% de las 715 especies de palmeras listadas para las Américas. La mayoría de los géneros representados en los Andes tienen su centro de diversidad fuera de esa región, pero siete géneros poseen más de 2/3 de sus especies en la región andina y cuatro géneros (*Aiphanes*, *Ceroxylon*, *Parajubaea* y *Wettinia*) tienen su centro andino de distribución.

El género *Parajubaea* es estrictamente endémico a la región andina. Once géneros tienen un rango altitudinal promedio de 1.000 m o mayor y todos ellos alcanzan su máxima altitud hasta los 2.000 m ó más. Los restantes 13 géneros tienen todos unos rangos altitudinales promedio bajo 1.000 m y se encuentran solo por debajo los 1.800 m. Una disminución estable de la riqueza total de especies se observa al incrementar la altitud. El límite superior para las palmeras en los Andes es de 2.800-3.000, pero también con registros ocasionales de mayores altitudes: *Parajubaea torallyi* a 3.400 m en Bolivia; *Ceroxylon parvifrons*, 3.200-3.500 m en Ecuador (Moraes, 2004).

La mayoría de las especies de palmeras andinas se encuentra en los Andes del norte, particularmente en Colombia y Ecuador, mientras que la cifra de especies declina hacia ambos extremos de la región. El mayor número de especies se da en los Andes de Colombia, que además tiene la mayor área de bosques húmedos montañosos, seguida por Ecuador, Perú, Venezuela y luego Bolivia (Borchsenius & Moraes, 2006).

Veinte especies de palmeras andinas son endémicas a Colombia, nueve a Ecuador, siete a Perú y tres a Bolivia. El análisis de los patrones de distribución de las palmeras andinas muestra que casi las mismas proporciones están restringidas en las laderas oeste y este de los Andes: 39 y 40 especies respectivamente, mientras que las 30 especies remanentes son transandinas. La elevada proporción de especies que se restringen a las laderas oeste parece reflejar una fuerte conexión entre la flora de palmeras de los Andes y la denominada región centroamericana de palmeras *sensu* (Henderson *et al.*; 1995),

incluyendo Centro América y las tierras bajas pacíficas de Colombia y N Ecuador. (Borchsenius & Moraes, 2006).

El Área del PN y ANMI Madidi presenta una gran diversidad de palmeras, entre las cuales se puede mencionar: *Ceroxylon pityrophyllum* (como muy rara) las jatatas (*Geonoma megalospatha*, *G. Lindeniana* y *G. deversa*), pachiuva (*Socratea exorrhiza*), copa (*Iriartea deltoidea*), motacú, varias chontas, palma marfil, icho, asaí y la palma real (SERNAP, 2004).

Por otro lado las Pampas del Heath constituyen la única muestra de sabana húmeda tropical y sus hábitats sirven de hogar a muchas especies en peligro de extinción, por lo que se hace aún más imprescindible la conservación de esta región, Con relación a la vegetación, se destacan varias especies de palmeras, entre ellas *Geonoma deversa* (palmiche, crisneja), *Oenocarpus bataua* (ungurahui), *Euterpe precatoria* (huasaí, palmito) y *Mauritia flexuosa* (aguaje) (Montambaul, 2002).

### **2.2.3. Distribución**

La distribución de palmas bolivianas abarca cuatro grandes unidades biogeográficas (entre paréntesis: porcentajes sobre el total de especies): Amazonía (54%), Andes (29%), Cerrado (7%), Gran Chaco (2%) y mixtos transicionales (8%) (Moraes, 1996a).

Se encuentran en áreas de vegetación abierta y en varios tipos de formaciones boscosas, con un rango altitudinal que va desde los 140 hasta 3.400 m, siguiendo patrones monotípicos y mixtos asociados con otras especies arbóreas donde son ampliamente utilizadas tanto por comunidades indígenas como campesinas (Balslev & Moraes 1989, Moraes 1996a).

Este rango altitudinal cubre la mayor parte del territorio boliviano y la mayor diversidad se encuentra entre 140-500 m de altitud. El extremo altitudinal de 3.400 m corresponde a la especie *Parajubaea torallyi* de los valles interandinos de Chuquisaca y Potosí; es una de las especies más altas con hasta 27 m y a mayor altitud del mundo (Moraes, 1996a).

Las adaptaciones y distribución de las palmas en relación a ciertos hábitats, microclimas, fertilidad de suelos y dinámica hídrica aún son pobremente comprendidas. Sin embargo, se conocen algunas tendencias en la distribución de las palmeras bolivianas en relación a

tipos de suelos, precipitación, altitud, asociación vegetacional, estratificación y afinidades biogeográficas (Moraes, 1996a).

La misma autora sostiene que mientras los bosques tropicales usualmente se caracterizan por una alta diversidad de especies arbóreas y una baja densidad de adultos conspecíficos (Peters *et al.*; 1989), el patrón de distribución ecológica de algunas palmeras sigue mayormente el modelo de bosques oligárquicos, es decir que pocas especies dominan una determinada superficie. Por ejemplo *Attalea speciosa* y *Mauritia flexuosa*.

También hay patrones claros de distribución en relación a la dinámica hídrica y el drenaje de los suelos, por ejemplo la presencia de la palma real (*Mauritia flexuosa*) en ambientes agregados permanentemente con aguas eutróficas, la palma blanca (*Copernicia alba*) en sabanas estacionalmente inundadas, el motacú-chi (*Allagoptera leucocalyx*) en suelos arenosos y bien drenados; palmas umbrófilas como muchas especies de jatata (*Geonoma spp.*); así como especies adaptadas a la alta influencia de luz o heliófilas como el motacú (*Attalea phalerata*) y especies del género neotropical con hábito trepador, *Desmoncus* (Moraes, 1996a).

#### **2.2.4. Importancia**

Las palmeras tropicales han sido y continuarán siendo, un recurso valioso para la vida en el trópico. Su alta diversidad y oportunidad de usos, así como su valioso contenido nutricional, representan una alternativa importante para el diseño de nuevos sistemas productivos, donde sea posible expresar el dialogo entre los distintos conocimientos sobre este recurso y donde su riqueza encuentre un nicho adecuado para expresarse. Por otro lado, tienen la posibilidad y potencialidad, de constituirse en la base energética del trópico y de esta manera, intensificar la producción animal, sin perder el anuncio ancestral de que las palmeras representan una estrategia de vida tropical (Ocampo, S/f).

Vale la pena destacar el papel importante que juegan las palmeras en los sistemas agroforestales. Ocupa el estrato mediano-alto, y proporciona una sombra liviana y difusa. Las palmeras tienen la ventaja de que sus copas son de anchura fija y la distribución de la sombra de las palmeras solo varía con la altura de la palmera. Por lo general el sistema radicular de las palmera es superficial comparado con otros árboles y tienen una capacidad limitada de reciclar nutrientes (Saldías *et al.*; S/f).

Al mismo tiempo, las palmeras proporcionan un rango amplio de productos variados y de mucha importancia tanto por su valor comercial como para la subsistencia. Entre los productos comerciales hay palmitos, frutos, aceites, paños, maderas, fibra etc. las hojas de muchas de las palmeras son de importancia para techos de construcciones rústicas y para la artesanía local; algunas de las frutas son usadas para sacar aceite, para alimentar animales, o para consumo humano (Saldías *et al.*; S/f).

Por otro lado las palmeras tienen un valor importante en la medicina natural, la flor seca de la siyaya (*Chamaedorea angustisecta*) es utilizada para tratar la diarrea; con los frutos del asaí (*Euterpe precatoria*) que crece en los bosques montanos a altitudes menores se prepara una bebida nutritiva y vitamínica, de la infusión de las hojas se prepara una bebida para tratar afecciones respiratorias y con las raíces se prepara infusiones para tratar las amebas; con los frutos del majo (*Oenocarpus bataua*) también se prepara bebidas nutritivas y vitamínicas (leche de majo), con la que se tratan personas en convalecencia y anémicas (Balslev & Moraes 1989, Vásquez & Coimbra 2002, Moraes 2004).

Además de su importancia ecológica en estos ecosistemas, su llamativa presencia y alta diversidad, muchas especies son utilizadas en forma regular e intensiva por el hombre, constituyendo elementos integrales de su cultura y economía (Balick 1982, Bates 1988, Kahn 1988, Kiew 1989, Anderson *et al.* 1991, Durán & Franco 1992, Olmsted & Alvarez-Buylla 1995, Paniagua, 2005).

### **2.2.5. Utilización y comercialización**

Varias especies de palmas en la región son utilizadas por la población local, indígenas, campesinos y colonos, como fuente de alimento, medicina y material de construcción (Dewalt *et al.* 1999, Quenevo *et al.* 1999, García 2000, Paniagua 2001).

Veintidós especies de palmas son consideradas útiles por la población local. Esto representa el 45% del total de especies que ocurre en la Región Los frutos de algunas especies, como de *Attalea phalerata* y *Oenocarpus bataua* también son comercializados localmente (Paniagua 2005), y entre los de mayor uso se encuentran el asaí, chima, majo, motacú, majillo, palma real y totai (que es propio de las pampas) (CIPTA-WCS/BOLIVIA, 2002).

Entre las semillas de las especies empleadas con fines artesanales están el wayruro soltero (*Erythrina* spp), asaí (*Euterpe* spp.), majo (*Oenocarpus bataua*), wayruro (*Ormosia* spp.) y tola (*Dictyocaryum lamarckianum*) con los que se elaboran diversas joyas. Otras especies de alto consumo local son las palmeras (*Oenocarpus bataua*, *Dictyocaryum lamarckianum*, *Euterpe* spp., *Ceroxylon* spp.), que son utilizadas por ofrecer palmito o el cogollo comestible, además sus hojas se utilizan para la construcción o techado de casas o viviendas (Borchsenius & Moraes, 2006).

La categoría de uso más frecuentemente reportada es nuevamente la alimenticia, seguida por construcción de viviendas y techado. Las palmeras andinas califican alto en uso medicinal, ceras e higiene personal comparado con palmeras ecuatorianas en general; mientras que es bajo en materiales para artesanías y elaboración de utensilios. Un gran número de usos misceláneos menores han sido reportados para las palmeras andinas de Ecuador (Borchsenius & Moraes, 2006).

### **2.3. Estudios de la vegetación**

La mayoría de los estudios de los bosques tropicales se han realizado mediante inventarios florísticos siguiendo diferentes metodologías, como transectos y parcelas de distintas dimensiones (Gentry & Ortiz, 1993), y tomando en cuenta plantas leñosas mayores a 2.5 y 10 cm de diámetro (Arroyo 1995, Seidel 1995, Gentry 2001).

La razón para trabajar con plantas de diámetros mayores, radica en el hecho de que el estudio de la vegetación en los bosques tropicales presenta ciertos impedimentos debido a su alto número de especies, lo cual limita el área a ser estudiada o impone inversiones extremadas de tiempo y esfuerzo por lo que se requiere restringir los muestreos. De esto resultan estudios puntuales considerando, por ejemplo, solamente grupos indicadores ya sean briofitas (Frahm & Gradstein, 1991), plantas leñosas de diámetro mayor a 10 cm (Holdridge, 1971) o mayores a 2.5 cm (Gentry, 1982), de manera que se puedan evaluar en el menor tiempo posible y de manera más eficiente.

La instalación de parcelas permanentes para plantas leñosas con un diámetro mayor a 10 cm, proporciona posibilidades de observación a largo plazo sobre la fenología de las especies y la dinámica del bosque (Alder & Synnott 1992, Seidel 1995), además de ser utilizadas como criterios para la clasificación de la vegetación (Giraldo-Cañas, 1995). El

método permite además una mejor comparación cualitativa y cuantitativa con sitios de estudio que han utilizado metodologías similares (Alder & Synnott, 1992).

Algunos de los trabajos utilizando parcelas permanentes de 1 ha, para individuos mayores o igual a 10 cm de diámetros en Bolivia, son los realizados por Boom (1987), en el norte del Beni; el inventario de árboles realizado por Saldías (1991), en el bosque alto del Jardín Botánico de Santa Cruz; estudios florísticos de estructura y composición realizados por Seidel (1995), en la región de Alto Beni (La Paz), Smith & Killeen (1995), en la Serranía Pílon-Lajas y en el pie de monte del río Colorado (Beni), y el inventario cuantitativo etnobotánico de los tacanas realizado por DeWalt *et al.* (1999), en el noroeste del departamento de La Paz (Citado por Cabrera, 2004).

### **2.3.1. Composición florística**

Numerosos estudios han identificado al Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-ANMI) Madidi como uno de los centros de mayor biodiversidad en el Nuevo Mundo (Parker & Bailey 1991; Dinerstein *et al.* 1995; Davis *et al.* 1997; Remsen & Parker 1995 *cit. en* DeWalt *et al.* 1999). Probablemente como consecuencia de la gran diversidad de pisos ecológicos que están representados por diferentes tipos de bosques, sabanas (Ribera *et al.* 1996; Ergueta & Gómez 1997), y los bajos niveles de perturbación antrópica que se registra en el área (Jørgensen 2000; Paniagua 2001).

En este sentido, la composición florística del recurso forestal se refiere a la existencia de especies forestales dentro de un tipo de bosque para un lugar determinado. La importancia ecológica de las especies forestales se estiman mediante el cálculo del Índice de Valor de Importancia (Ramírez *et al.*; 2005).

Con este índice es posible comparar el “Peso Ecológico” de cada especie, dentro del tipo de bosque correspondiente. Puesto que los datos en que se basan los índices no son directamente comparables entre sí y determinados valores, a pesar de ser diferentes, pueden originar Índices de Valor de Importancia iguales, debe tenerse mucho cuidado al generalizar las conclusiones que se obtengan (Lamprecht, 1990).

### **2.3.2. Curva especie-área**

La curva especie-área es una gráfica que permite visualizar la representatividad de un muestreo. Es muy útil para definir el área mínima de muestreo, tomando en cuenta que se evaluará el mayor o total número de especies. Cuando la curva tiende a mantenerse horizontal, ésta indica que el número de especies se mantendrá aunque aumente el tamaño de muestreo. En bosques templados, esta curva alcanza un curso horizontal rápidamente; en cambio, en bosques tropicales, por su diversidad, la curva se mantiene en constante aumento (Mostacedo y Fredericksen, 2000).

### **2.3.3. Parámetros para medir la vegetación**

#### **2.3.3.1. Abundancia**

La abundancia, explica el número de árboles por especie. Se distingue entre abundancias absolutas (número de individuos/especie) y relativas (proporción porcentual de cada especie en el número total de árboles) (Lamprecht, 1990).

#### **2.3.3.2. Frecuencia**

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar un atributo (por ejemplo una especie) en una unidad muestral y se mide en porcentaje. En otras palabras, este porcentaje se refiere a la proporción de veces que se mide en las unidades muestrales en relación a la cantidad total de unidades muestrales. La frecuencia absoluta, en este caso, sería el número total de registros de una especie en cada unidad muestral y la frecuencia relativa sería la relación de los registros absolutos de una especie y el número total de registros de todas las especies (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

#### **2.3.3.3. Área basal**

Por definición, el área basal es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una determinada altura del suelo (Matteucci y Colma, 1982). En árboles debido a su forma irregular no se mide en forma directa, sino que deriva de la medición del diámetro o el perímetro a la altura del pecho (DAP a una altura de 1.3 m). La estimación del área basal se usa generalmente en los estudios forestales, puesto que con otros

parámetros, como la densidad y altura, brindan un estimado del rendimiento maderable de un determinado lugar (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

#### **2.3.4. Índices para evaluar la vegetación**

Los índices han sido y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que los índices comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para analizar los datos de vegetación. Los índices que se mencionan son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

##### **2.3.4.1. Equidad de Pielou**

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 0.1, de forma que 0.1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1988).

##### **2.3.4.2. Índice de Shannon-Wiener**

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies de plantas de un determinado hábitat. Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Magurran, 1988; Peet, 1974; Baev y Penev, 1995). Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988).

##### **2.3.4.3. Índice de Simpson**

El índice de Simpson es otro método utilizado, comúnmente, para determinar la diversidad de una comunidad vegetal. Manifiesta la probabilidad de que dos individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974).

#### **2.3.4.4. Índice de valor de importancia**

El índice de valor de importancia es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente, en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos tres parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal. El I.V.I. es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente.

Para obtener el I.V.I., es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. debe ser igual a 300 (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

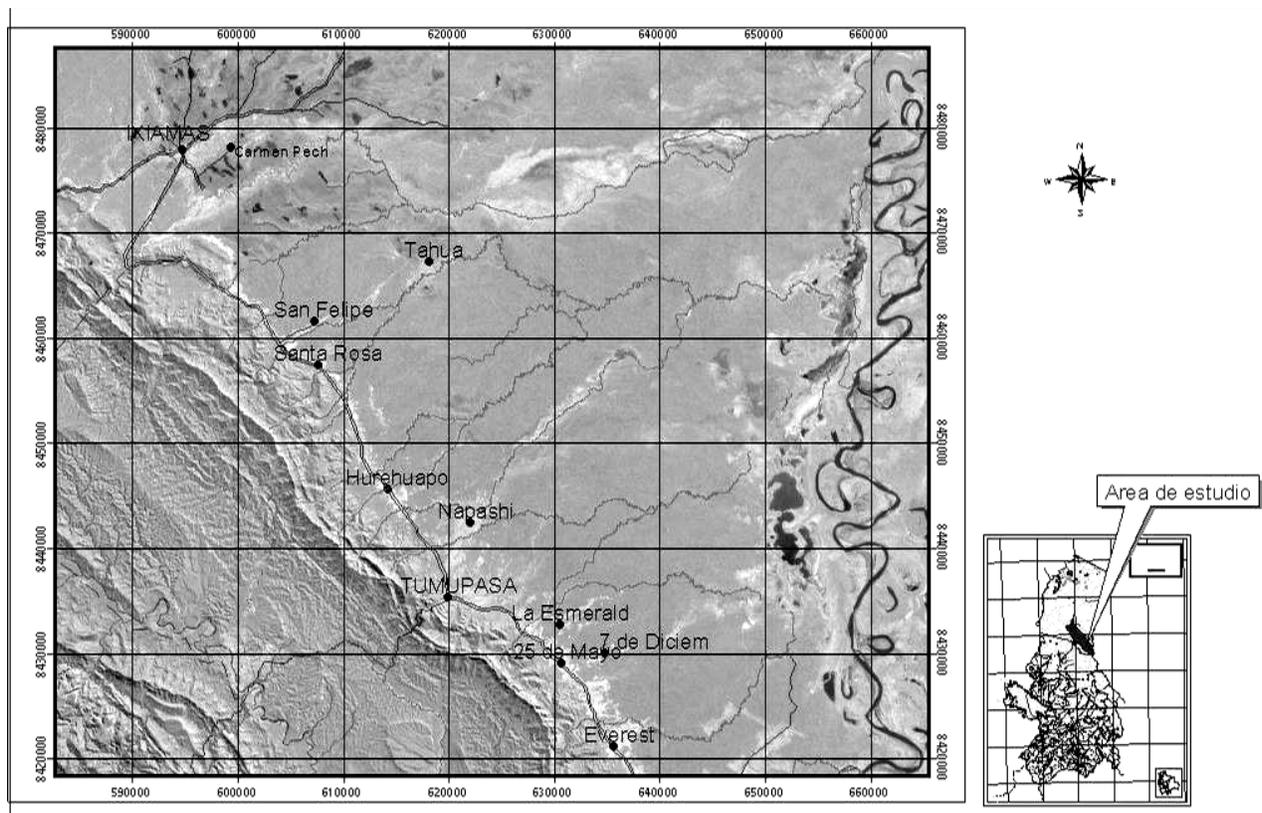
### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LOCALIZACIÓN

##### 3.1.1. Ubicación geográfica

El presente estudio fue realizado en los Municipios de San Buenaventura e Ixiamas, perteneciente a la Provincia Abel Iturralde del Departamento de La Paz, abarcando una franja comprendida por los paralelos 13°40' – 14°20' latitud Sur y 67°40' – 68°10' longitud Oeste, con un rango altitudinal de 200 a 1650 m. (Moraes *et al.*, 1995), encontrándose dentro de la zona de amortiguación externa del PN y ANMI Madidi (SNAP, 2001) (Mapa 1). La zona de estudio presenta asentamientos humanos, repartidos en comunidades originarias e indígenas (colonos).

Las tres parcelas de muestreo se ubican en los alrededores de tres comunidades: 7 de Diciembre (indígena), Santa Rosa de Maravilla y Carmen Pecha (originarias), presentando rangos desde 240 m. hasta los 408 m.



Mapa 1. Mapa de ubicación del estudio

### **3.1.2. Características físicas**

#### **3.1.2.1. Fisiografía**

De acuerdo a Pareja *et al*, (1978), Suarez y Díaz Martínez (1996) y Suarez (2000), esta área se encuentra dentro de la Región Subandina y la Llanura Beniense. La provincia del Subandino, situada entre el bloque aproximado y la llanura oriental, comprende serranías paralelas a la cordillera andina con altitudes aproximadas de hasta 2000 m, comprendiendo la Serranía del Tigre (El Bala), el río Beni hasta las sabanas de Ixiamas (CARE Bolivia, 1998).

La región de los llanos orientales comprende dos subunidades: la zona del pie de monte que baja del frente subandino, formando una especie de abanicos aluviales con altitudes entre 500 y 200 m aproximadamente, ésta se presenta solo en las llanuras húmedas del norte, y la zona de la llanura, caracterizada por las pocas variaciones de altura (200-300 m) que dan lugar a áreas de drenaje deficiente (CARE Bolivia, 1998), sujetas a inundaciones durante la época de lluvias (Miranda *et. al.*; 1994). La característica más importante de esta subunidad fisiográfica es el clima tropical muy húmedo (Montes de Oca, 1997).

#### **3.1.2.2. Geología y geomorfología**

En el Subandino, al norte en la provincia Iturralde, departamento La Paz, se determinaron cuarcitas con intercalación de esquistos micáceos (Montes de Oca, 1997). Perteneciente al paleozoico (ordovícico) va desde el Río Madidi en el extremo norte, hasta el arroyo Caijene, en el extremo sur (próximo a San Buenaventura), en donde afloran sedimentitas (Navarro *et al.*; 2004).

Los mismos autores sostienen que la llanura beniana, corresponde el extremo noroccidental del país que incluye el norte del departamento de La Paz, constituye una amplia planicie donde se reconocen tres regiones geológicas diferentes: la Cuenca del Madre de Dios, la llanura Beniense y la plataforma Beniense.

La geomorfología de la zona presenta dos unidades:

- ✓ Llanura Aluvial del Pie de Monte de origen coluvio-aluvial en la base y faldios de las últimas estribaciones andinas.
- ✓ Llanura Aluvial Antigua situada al noreste de la región de pie de monte, mayormente mal drenada y de poca pendiente (Foster, 1991 y Suárez, 2001).

La geomorfología al sur del área de estudio, salvo el valle aluvial del Tuichi, es esencialmente montañosa con relieves abruptos y profundos cañones (SERNAP, 2000)

### **3.1.2.3. Clima**

Puesto que el estudio se realizó en dos diferentes municipios, se tomaron datos climáticos de Ixiamas y de Rurrenabaque ya que San Buenaventura no cuenta con una estación meteorológica

El clima de la zona está determinado principalmente por su posición intertropical y tropical, por los vientos cálidos y húmedos del noreste y por la barrera que constituye la Cordillera de los Andes, la misma que da lugar a una alta y constante precipitación (CIPTA y WCS/Bolivia, 2002), alcanzando una precipitación anual promedio de 2000 mm en la llanura y 2500 mm en la serranía (Mueller *et al.*; 2002).

El clima es cálido y húmedo la mayor parte del año. Se observa una marcada estacionalidad con época seca entre mayo y octubre, y época húmeda entre noviembre y abril (Ver anexo 1). Los “surazos”, que pueden ocurrir con más frecuencia en el invierno, traen mucha lluvia y vientos fríos (CARE Bolivia, 1998).

### **3.1.2.4. Suelo**

Los suelos presentan una saturación húmeda a lo largo de casi todo el año, lo cual adjunto a los altos niveles de precipitación favorece el lavado de nutrientes y es responsable de alta acidez, niveles tóxicos de aluminio y de la baja fertilidad en general de los suelos (CARE Bolivia, 1998).

De acuerdo a Chiovolini (1996), desde el punto de vista del relieve y de la clasificación de los suelos se distinguen tres zonas principales:

#### **3.1.2.4.1. La serranía y la colina**

Presenta topografía aguda e irregular (elevaciones de 500 a 800 m.) con laderas de pendientes generalmente muy pronunciadas que forman valles profundos.

Los suelos son muy poco fértiles para especies no adaptadas, ya que ellos son poco desarrollados y con altos niveles de acidez.

#### **3.1.2.4.2. El Pie de Monte**

Presenta pendientes variables que fluctúan entre el 20% y algunas zonas planas. Las zonas erosionadas son frecuentes. Aunque estos suelos son un poco más profundos y moderadamente desarrollados, su elevado nivel de acidez no permite que sean muy fértiles para la actividad agrícola.

#### **3.1.2.4.3. La llanura**

En este caso se distinguen dos sub-zonas:

Llanura aluvial antigua:

En la formación “plana” las pendientes son mínimas y las aguas evacuan con dificultad. En cambio la formación “deprimida” –típica de la zona de sabana- constituye un espacio permanente de acumulación aluvial. Los suelos son generalmente profundos, con buena textura y un índice más bajo de acidez, registrando mayores niveles de fertilidad.

Llanura aluvial reciente:

Esta porción de territorio está formado por todos los suelos de origen aluvial que depositan los ríos meándricos, especialmente el Beni y algunos de sus afluentes. Los suelos varían de moderadamente ácidos a neutros, con un alto contenido de materia orgánica, lo que los hace más apropiados para la agricultura.

### **3.1.3. Formaciones vegetales**

Según las regiones ecológicas de Ribera (1992), el área de estudio se encuentra conformada por tres tipos de unidades: bosque muy húmedo de pie de monte; bosque húmedo de llanura y sabanas húmedas arboladas.

#### **3.1.3.1. Bosque muy húmedo de pie de monte**

Esta región, abarca parte de Santa Rosa de Maravilla, se encuentra sobre terrenos al pie de las últimas estribaciones andinas, es de zonas boscosas con colinas suaves altas. El rango altitudinal es de 250 a 400 m.s.n.m., con temperaturas entre los 24 y 25 °C, el bosque es alto y ricamente diversificado, la altura del dosel puede alcanzar 30 m en promedio.

#### **Especies características**

Las familias más importantes son Euphorbiaceae, Guttiferae, Lauraceae, Leguminosae, Palmae, Moraceae y Meliaceae. Las especies comunes de esta región incluyen *Cedrela odorata* (cedro), *Swietenia macrophylla* (mara), *Ficus spp.* (Bibosi), *Ceiba pentandra* (mapajo), *Hura crepitans* (Ochoó), *Terminalia amazonica* (verdolago), *Calophyllum brasilense* (palo maría), *Brosimum lactescens* (murué), *Poulsenia armata* (Chamane) y *Virola spp.* (Gabú).

Existe también gran diversidad de palmeras que estructuran los estratos medios del bosque, observándose más comúnmente *Attalea phalerata* (motacú), *Euterpe precatoria* (asaí), *Iriartea deltoidea* (copa) y *Socratea exorrhiza* (Pachiuba).

#### **3.1.3.2. Bosque húmedo de llanura**

Se encuentra entre 150 y 250 m., tiene una temperatura media de 25 °C y se extienden desde las cercanías de la carretera San Buenaventura-Ixiamas hasta las proximidades del río Beni. Su característica principal es que presenta un relieve plano, con una altura de dosel hasta 35 m. En el área de estudio esta formación se encuentra en la comunidad 7 de Diciembre.

## Especies características

Las familias importantes de estos bosques son Moraceae, Leguminosae, Palmae, Euphorbiaceae, Guttiferae, Chrysobalanaceae y Myristicaceae. Entre las especies características están *Hura crepitans* (ochoó), *Swietenia macrophylla* (mara), *Terminalia oblonga* (verdolago), *Pseudolmenia laevis* (núi), *Guarea macrophylla* (trompillo), *Trichilia pleeana* (sapuraqui), *Sloanea guianensis* (Urucusillo), *Protium sagotianum* y *Pourouma spp.* (ambaibillo).

En las comunidades de palmeras, en el estrato medio, se destacan *Atalea sp.*, *Scheelea princeps*, *Astrocaryum spp.*, *Iriartea deltoidea*, *Socratea exorrhiza* y *Jessenia bataua*. En grandes sectores el sotobosque está dominado por palmas bajas de *Jatata* (*Geonoma spp.*), formando las asociaciones interiores del bosque denominadas “jatatales”, o zonaciones de la *Cyperácea* de gran porte *Diplasia karatifolia* (Montes de Oca, 1997).

### 3.1.3.3. Sabana húmeda arbolada

Las sabanas húmedas son llamadas a menudo pampas o llanos, con altitudes entre los 130 y 250 m. El clima es subhúmedo en el norte hasta semi-húmedo hacia el sur, con una temperatura media alrededor de los 26° C y precipitación que va desde los 1000 hasta más de 2000 mm. anuales, originando inundaciones durante algunos meses del año. Este tipo de vegetación comienza a presentarse en las comunidades de Macahua y Carmen Pecha.

Existen también, inmersas en la sabana, islas de bosque cuya diversidad está determinada por el tamaño y, en gran medida, por la alteración humana y la actividad del ganado. Por otro lado, las islas presentan una zonificación interna, con especies resistentes al fuego en el borde y especies más vulnerables en el interior, éstos árboles de las islas de bosque alcanzan una altura promedio de 15 m., con árboles emergentes de 18 m. (Ribera, 1992).

Las mayores extensiones de este tipo de sabanas en la región corresponden a las pampas de Ixiamas en el noreste, las sabanas en torno a la población de Reyes al sureste y las pampas de Heath al norte, que constituyen en conjunto el extremo occidental del gran núcleo de las sabanas inundadas del Beni. Estas sabanas se encuentran en las llanuras

de inundación de los ríos Undumo, Madidi, Heath y Beni, donde forman complejos de vegetación junto con bosques bajos bien drenados, bosques estacionalmente inundados, bosques ribereños o de galería, palmares de pantano y vegetación acuática herbácea y subarborescente. (Parker & Bailey, 1991 citado por Fuentes, 2005).

### **Especies características**

Las familias leñosas importantes en la sabana son Leguminosae, Sterculaceae, Bombacáceae, Palmae, Bignoniaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Combretaceae, Apocynaceae, Asteraceae, Annonaceae, Sapindaceae, Malpighiaceae, Tiliaceae, Guttiferae y Flacourtiaceae. Las especies características que se agrupan en los termiteros (llamados hormigueros por la gente del lugar) de la sabana son *Tabebuia heptaphylla* (tajibo morado), *Pseudobombax marginatum* (perotó), *Tabebuia aurea* (alcornoque), *Physocalymna scaberrimum* (chaquillo) y *Curatella americana* (chaco).

Entre las especies comunes de islas de bosque en el Beni están *Genipa americana* (Manzana de monte, bi), *Rheedia achachairu* (achachairu), *Virola sebifera* (tarara), *Triplaris americana* (palo santo), *Tabebuia impetiginosa* (tajibo), y varias especies de *Ficus*. Generalmente las islas con mayor grado de alteración humana están dominadas por *Attalea phalerata* (motacú).

En los bosques de galería es común encontrar *Calophyllum brasiliense* (palo maria) y existen especies frutícolas como *Genipa americana* (bi), *Inga app.* (pacay) y *Ficus spp.* (bibosi) entre otros.

#### **3.1.4. Fauna**

El Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi registró 733 especies de fauna, en las que están incluidos casi todos los grupos taxonómicos, en especial mamíferos, aves, reptiles y peces (SERNAP, 2004),

Entre los mamíferos típicos del bosque de tierra firme se encuentran los primates de la familia Cebidae (*nocturno, silbador, lucashi, marimono y maneche*), los carnívoros como zorro y perro del monte; el anta, los chanchos de monte (*Taitetu y tropero*), los jochis pintados y colorados y ardillas. Los monos silbadores, lucashi, maneche y chichilo pueden

encontrarse en bosques altos y ribereños, mientras que el marimono habita preferentemente los bosques altos.

Entre los herbívoros, el tapir es relativamente más específico, se lo encuentra principalmente en bosques altos húmedos y bosques de galería.

Como fauna característica de las sabanas, entre los mamíferos, se encuentran el borochi y el ciervo, y entre las aves el pio y la carcaña.

Especies como el oso bandera, oso hormiguero, pejichi, tatu, perro del monte, huaso, trigresillo, leopardo y tigre se encuentran en variedad de habitats, desde sabanas hasta bosques húmedos (Barrera *et. al*, 1994).

## **3.2. Materiales**

### **3.2.1. Material de información digital**

- Sub escena de la imagen Landsat TM de los municipios de San Buenaventura e Ixiamas en formato digital.

### **3.2.2. Material cartográfico**

- 1 Carta topográfica Esc: 1:150.000

### **3.2.3. Materiales de campo**

- Cinta métrica
- Cintas de polietileno
- Estacas o jalones
- Placas de aluminio (5 x 4 cm)
- Pintura en spray
- Cuaderno de campo
- Tablero rígido de campo
- Planillas con formularios de campo

#### **3.2.4. Materiales de gabinete**

- Computadora Pentium IV
- Software: Excel, Arc View y Erdas

#### **3.2.5. Equipos**

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- Brújula
- Cámara fotográfica
- Camping, bolsas de dormir y linternas

### **3.3. Metodología**

El presente trabajo referido a la composición florística y estructura de los bosques entre San Buenaventura e Ixiamas, en donde abundan palmeras, corresponde a un estudio descriptivo (Mostacedo & Fredericksen, 2000). Para ello se realizó mediante el estudio de Parcelas Temporales de Muestreo, proporcionando datos cualitativos y cuantitativos que permiten describir, conocer y analizar a las comunidades vegetales existentes y sus utilidades potenciales. Método muy utilizado por varios investigadores en bosques tropicales (Boom, 1987).

#### **3.3.1. Selección del sitio de estudio**

Con la ayuda de una imagen satelital impresa y un mapa de vegetación para la zona (CIPTA- WCS/Bolivia, 2002), se identificaron los tipos de bosque presentes en el área ubicada entre San Buenaventura e Ixiamas y en función de la predisposición e información de abundancia de palmeras por parte de las comunidades, se seleccionó tres para realizar la instalación de las parcelas.

Una vez seleccionadas las comunidades, se realizó reuniones generales con la participación de autoridades para llevar a cabo la elaboración de mapas parlantes, en los cuales se señaló la ubicación de áreas con mayor presencia de palmeras (Anexo 2).

### **3.3.2. Diseño e Instalación de parcelas temporales de muestreo (PTM)**

Inicialmente, en cada localidad y con la ayuda de guías comunarios se procedió a la poligonización con un GPS de las áreas identificadas y dentro de ésta fue instalada cada parcela. La comunidad de Carmen Pecha está ubicada dentro de un bosque húmedo de llanura y una sabana húmeda arbolada. La parcela fue establecida en una isla de bosque de la sabana húmeda arbolada con una superficie de 1 ha (100 x 100 m), se demarcó una senda principal (con dirección de Sur a Norte) de 1 m de ancho, donde a cada 10 m se señaló con jalones marcados con una placa de aluminio en la parte superior para delimitar las subparcelas de 10 x 100 m, obteniéndose de esta manera 10 subparcelas.

En Santa Rosa de Maravilla, se encuentra vegetación del bosque muy húmedo de pie de monte; la parcela de 1 ha (100 x 100 m) se ubicó al sur de la comunidad, con 10 subparcelas de 10 x 100 m ubicadas en una línea principal (de Sur a Norte), cabe resaltar que ésta área fue intervenida para un aprovechamiento forestal.

La comunidad 7 de Diciembre está situada en la unidad del bosque húmedo de llanura, la parcela se ubicó sobre una senda principal (de norte a sur) en donde se instaló las 10 subparcelas de 10 x 100 m de largo. En todas las parcelas se tomaron coordenadas geográficas del punto (0;0) con un GPS, así también fueron delimitadas por jalones con cintas de polietileno amarradas en la parte superior cada 10 m con la ayuda de una brújula para su mejor confianza (Figura 1).

La instalación de las parcelas se realizó entre el mes de agosto y septiembre, épocas de baja precipitación lo que facilitó el acceso dentro el bosque, así mismo su medición.

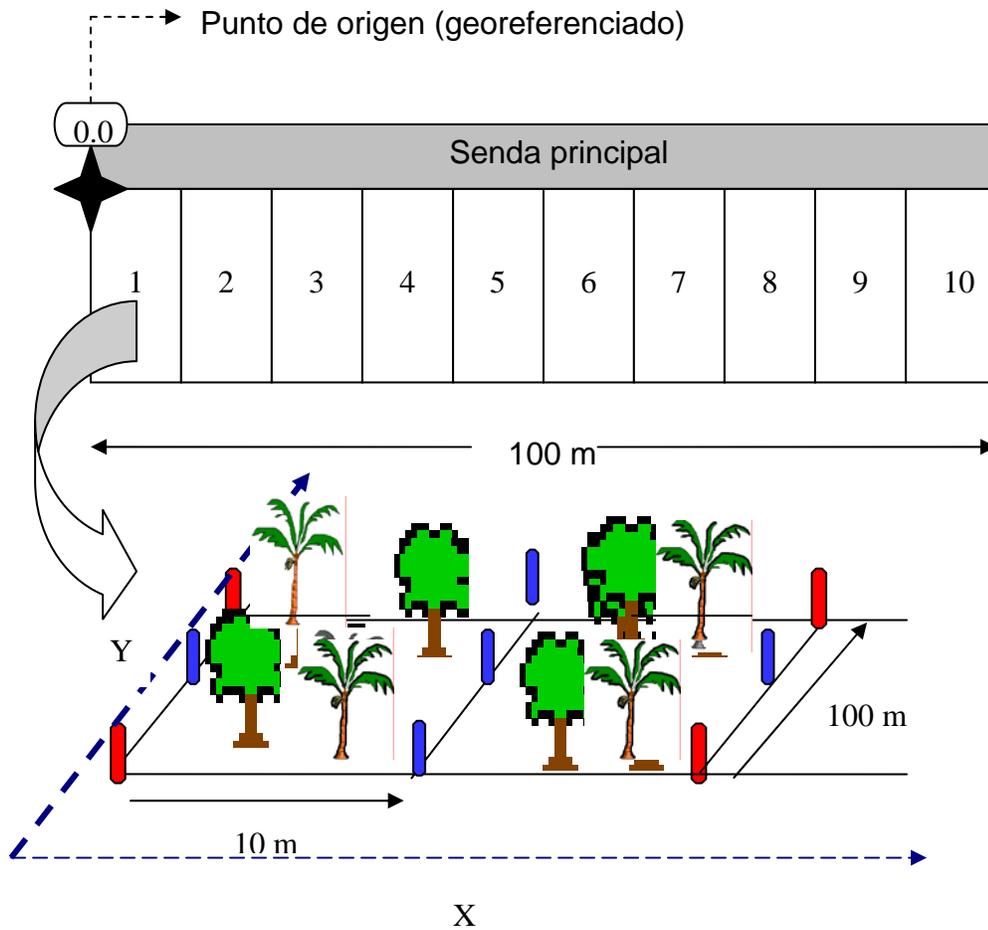


Figura 1. Diseño de la parcela temporal de muestreo (PTM)

### 3.3.3. Toma de datos o levantamiento florístico

Para la ubicación de cada individuo se tomó a la parcela y subparcelas como un plano cartesiano (X, Y). Se utilizó planillas en donde para cada individuo inventariado se registró el diámetro altura pecho DAP (a 1.3 m del suelo) mayor o igual a 10 cm, tanto para árboles como para palmeras, altura total de los árboles estimado por medio de observaciones visuales, colocando una persona abajo del árbol con medidas conocidas y luego duplicando, triplicando, etc. el tamaño, hasta llegar a la copa del árbol y poder hacer la estimación, también se registró datos adicionales para las palmeras como ser: N° de racimos, N° de flores y/o frutos.

Además en las planillas se registraron el nombre común, diámetro de la copa, calidad, drenaje y datos adicionales de n° de parcela, n° de subparcela, ubicación geográfica, altitud, dirección, nombre del matero, tipo de bosque y municipio al que pertenece. Todos

los individuos fueron identificados hasta especie por un botánico de la región, mediante reconocimiento directo en el campo.

### **3.3.4. Análisis de datos**

#### **3.3.4.1. Evaluación de la composición florística**

Los datos fueron introducidos a planillas electrónicas Excel, formando una base de datos para realizar una descripción de la comunidad vegetal, analizando la composición florística a través de algunos parámetros cuantitativos tales como: abundancia, dominancia, frecuencia y diversidad por especie y familia. Se hizo un análisis general del conjunto de individuos (árboles y palmeras) a nivel especie y familia, también se efectuó el mismo procedimiento tomando en cuenta los tres tipos de unidades vegetales.

Para el caso de las palmeras, se analizó de manera específica para la familia Arecaceae, comparando los valores de importancia hallados para cada especie de palmera en los distintos tipos de bosque.

##### **3.3.4.1.1. Abundancia Relativa**

Se realizó el cálculo por familias, especies y palmeras de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Abun\ Rel = \frac{Ni}{N} \times 100$$

Donde:

Abun Rel = Abundancia relativa

Ni = Número de individuos de la especie o familia

N = Número total de individuos de todas las especies o familias

(Lamprecht, 1990 citado por Ramirez *et al*, 2005)

##### **3.3.4.1.2. Dominancia Relativa**

La dominancia es la suma de las proyecciones horizontales de los árboles sobre el suelo (Ramirez *et al*, 2005), por ello se calculó en base al área basal de los fustes de cada especie, a partir de la medición del diámetro altura pecho (DAP) en árboles y palmeras (BOLFOR PROMABOSQUE, 1999).

$$Dom\ Rel = \frac{ABi}{AB} \times 100$$

Donde:

Dom Rel = Dominancia Relativa

ABi = Área basal de la especie o familia

AB = Área basal de todas las especies o familias

### 3.3.4.1.3. Frecuencia Relativa

De acuerdo a Mostacedo y Fredericksen (2000), se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Frec\ Rel = \frac{Fi}{F} \times 100$$

Donde:

Frec Rel = Frecuencia relativa

Fi = N° de presencias de una especie en cada subparcela

F = Suma total de las frecuencias de todas las especies

### 3.3.4.1.4. Índice de Valor de Importancia

Este parámetro fue calculado a nivel de especies (IVI) y familias (IVIF), según Balslev *et al.* (1987).

$$IVI = (Abun\ Rel + Dom\ Rel + Frec\ Rel) / 3$$

Donde:

Abun rel = Abundancia relativa

Dom Rel = Dominancia relativa

Frec rel = Frecuencia relativa

$$IVIF = (Abun\ Rel + Dom\ Rel + Div\ Rel) / 3$$

Para el cálculo del valor de importancia por familia se tomará en cuenta la diversidad florística que la familia presenta, de esta manera la diversidad relativa por familia (Div Rel) se calcula con la siguiente fórmula:

$$DivRel = \frac{N^{\circ} sp}{Sp} \times 100$$

Donde:

Div Rel = Diversidad relativa

N° sp = Número de especies por familia

Sp = Número total de especies de todas las familias

### 3.3.4.2. Índices de diversidad florística

La diversidad florística fue evaluada mediante los índices de diversidad de Shannon-Wiener (H), de uniformidad de Pielou (e) y de predominio de Simpson (c) (Mostacedo y Fredericksen 2000, Moreno 2001).

#### 3.3.4.2.1. Shannon-Wiener (H)

Se agruparon las especies en tres grupos de acuerdo al tipo de bosque presente, analizando la diversidad mediante la siguiente fórmula:

$$H' = - \sum Pi * \ln Pi$$

Donde:

$H'$  = Índice de Shannon-Wiener

$Pi$  = Abundancia relativa

Ln = Logaritmo natural

(Mostacedo y Fredericksen, 2000)

#### 3.3.4.2.2. Equidad de Pielou

Se calculó en base al índice de Shannon-Wiener mediante la siguiente expresión:

$$e = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Donde:

$H'_{\max}$  = ln (S)

S = Número de especies

(Moreno, 2001)

### 3.3.4.2.3. Predominio de Simpson

$$S = 1 / \sum \left( \frac{ni(ni-1)}{N(N-1)} \right)$$

Donde:

S = Índice de Simpson

$ni$  = número de individuos en la  $i$ ésima especie

N = número total de individuos

La diversidad también será representada por una curva de acumulación de especies – área en cada unidad de vegetación.

### 3.3.4.3. Evaluación de la estructura

#### 3.3.4.3.1. Distribución diamétrica

Mediante la distribución de árboles por clase diamétrica es posible describir la estructura del bosque y se obtiene a partir del área basal agrupados en clases diamétricas, que en el presente estudio fueron clasificados con intervalos de 10 cm, expresado por una curva para cada tipo de bosque.

#### 3.3.4.3.2. Distribución de tamaños

La distribución de tamaños permite describir la estructura vertical del bosque, mediante la relación número de árboles y clases de alturas, agrupados en intervalos de 5 m en la superficie de una ha. Su cálculo se realiza a partir de las alturas medidas y/o estimadas del bosque y será expresada por una curva para cada tipo de bosque.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en el estudio indican la heterogeneidad de los bosques, además de una clara intervención del hombre que afecta tanto en la composición como en la estructura de los bosques detallados a continuación.

### 4.1. Composición florística

#### 4.1.1. Descripción general

Las tres parcelas fueron establecidas cada una en formaciones vegetales diferentes, la primera corresponde al elemento boscoso de la Sabana Húmeda Arbolada (= *SHA*); la segunda parcela se ubicó en las faldas de la serranía con mediana pendiente perteneciendo a un Bosque Muy Húmedo de Pie de Monte (= *BMHPM*), y la tercera parcela se estableció en el Bosque Húmedo de Llanura (= *BHLL*). (Mapa 2). Una descripción general de las características ecológicas y florísticas de cada parcela se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Datos generales, ecológicos y florísticos de las plantas (Dap  $\geq$  10 cm) encontradas en cada tipo de bosque correspondiente al área de estudio.**

Tipo de Bosque	Sabana Húmeda Arbolada	Bosque Muy Húmedo de Pie de Monte	Bosque Húmedo de Llanura
Parcelas de estudio	1	2	3
Altitud (m)	240	408	290
Ubicación	Próximo al río (Carmen Pecha)	(Santa Rosa de Maravillas)	(7 de Diciembre)
Municipio	Ixiamas	Ixiamas	San Buenaventura
Área (ha)	1	1	1
Descripción del hábitat	Suelo mal drenado	Buen drenaje, alta intervención antrópica	Suelo mal drenado, en parte utilizada en cultivos
Inclinación (pendiente)	5 %	30 %	10 %
Latitud (UTM)	601343	606231	634336
Longitud (UTM)	8480259	8455578	8428662
Individuos encontrados	354	244	459
Promedio de Dap (cm)	22,8	22,1	20,8
Área basal total (m <sup>2</sup> )	19,47	10,82	20,85
Número de familias	30	21	33
Número de géneros	48	29	53
Número de especies	52	32	56

Dada la variedad de clasificaciones realizadas con metodologías y enfoques diferentes para la elaboración de los mapas de vegetación, de acuerdo a Fuentes (2005); en el cuadro 2 se presenta las equivalencias de los tipos de vegetación del presente estudio con la de otros autores para una mejor difusión de resultados.

**Cuadro 2. Equivalencias entre los tipos de vegetación presentes en el estudio y otros trabajos que cubren la región.**

Autores	Tipo de Vegetación		
Presente estudio basado en Ribera 1992	Sabana húmeda arbolada	B. muy húmedo de pie de monte	B. húmedo de llanura
Fuentes 2005	B. amazónico estacional de várzea	B. amazónico de filos de cerro	B. amazónico estacional de tierra firme B. amazónico estacional de bajío
Killeen et al. 2005	B. inundadizo	B. montano	B. húmedo de tierras bajas
Navarro 2004	B. de várzea de las semialturas del Beni	Selvas amazónicas pluviales del Alto Madidi	B. V. de los bajíos de aguas estacionales del Beni
Beck et al. 2003	B. húmedo de llanura	B. montano inferior	B. húmedo de llanura
Müller et al. 2002	B. siempreverde de llanura y piedemonte	B. siempreverde de llanura y piedemonte B. siempreverde montano bajo	B. siempreverde de llanura y piedemonte

Se logró obtener datos de 1057 individuos con un Dap igual o mayor a 10 cm, registrándose un total de 94 especies pertenecientes a 42 familias. Entre las familias más diversas se encuentran la Arecaceae con 8 especies, Moraceae con 8 especies, Fabaceae, Lauraceae y Rubiaceae con 4 especies cada una (Anexo 3).

Son 15 las familias más importantes tomando en cuenta el promedio del Valor de Importancia, de las cuales presentan un alto valor las familias Arecaceae y Moraceae, muy alejados, y con valores (PROM IVIF%) mayores al 2% se tiene desde la familia Annonaceae hasta la Vochysiaceae. Estas 15 familias (Arecaceae, Moraceae, Annonaceae, Cecropiaceae, Combretaceae, Bombacaceae y Malpighiaceae entre las más importantes), representan el 35% de todas las familias encontradas (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Comparación de las 15 familias más importantes, según el número de especies (Nº SSP), valores de importancia (IVIF% al 100%) de los tres tipos de bosque y los valores de importancia promedio (PROM IVIF%) ordenados de modo decreciente.**

FAMILIA	Nº SSP	SHA-IVIF%	BMHPM-IVIF%	BHLL-IVIF%	PROM IVIF%
Arecaceae	8	14,48	19,07	25,68	21,17
Moraceae	8	8,75	18,87	8,79	12,30
9Annonaceae	3	10,54	5,17	2,95	5,12
Cecropiaceae	3	2,41	5,58	6,41	4,52
Combretaceae	1	7,45	2,27	5,09	4,40
Bombacaceae	2	6,63	-	6,65	4,06
Malpighiaceae	1	3,62	9,79	-	3,56
Fabaceae	4	1,35	1,77	4,52	3,46
Lauraceae	4	1,36	5,45	4,44	3,42
Apocynaceae	3	4,99	5,59	-	3,21
Meliaceae	3	5,05	0,62	2,69	3,08
Elaeocarpaceae	2	5,66	-	3,53	2,78
No determinado	8	0,97	2,88	4,41	2,75
Myristicáceae	1	3,59	4,70	1,79	2,65
Vochysiaceae	2	0,37	6,78	0,50	2,55

Las especies más importantes que se encontraron en el área de estudio son *Pseudolmenia laevis*, *Oenocarpus bataua* y *Euterpe precatoria* obteniendo los valores de importancia (IVI%) y el número de individuos más altos, llegando a representar el 12%, 8% y 12% respectivamente del total de individuos registrados. La especie *Pseudolmenia laevis* alcanza un valor de importancia (IVI%) muy alto en el BMHPM constituyéndose en la especie más importante para este tipo de bosque.

Para el caso de las palmeras, *Oenocarpus bataua* alcanza el segundo valor de importancia más alto en el BMHPM, y *Euterpe precatoria* se sitúa como la más importante para el BHLL. *Byrsonima spicata*, *Xylopia ligustrifolia* y *Aspidosperma ramiflorus* se encuentran ausentes en el BHLL, así también las especies *Ceiba pentandra* y *Sloanea guianensis* no se presentan en el BMHPM e *Iriartea deltoidea* y *Pouroma cecropifolia*, solo se encuentran en el BMHPM y BHLL (Cuadro 4).

De las 15 especies 8 se presentan al menos una vez en las tres unidades vegetales, estas son: *Pseudolmenia laevis*, *Oenocarpus bataua*, *Euterpe precatoria*, *Terminalia oblonga*, *Socratea exorrhiza*, *Nectandra sp.*, *Otoba parviflora* e *Inga sp.*, también entre las más frecuentes se encuentran *Swartzia jorori* y *Trichilia pleeana* (Anexo 3).

**Cuadro 4. Comparación de las 15 especies más importantes, según el número de individuos (Nº IND) valores de importancia (IVI% al 100%) de los tres tipos de bosque y los valores de importancia promedio (PROM IVI%) ordenados de modo decreciente.**

<b>ESPECIE</b>	<b>Nº IND</b>	<b>SHA-IVI%</b>	<b>BMHPM-IVI%</b>	<b>BHLL-IVI%</b>	<b>PROM IVI%</b>
<i>Pseudolmenia laevis</i>	123	4,82	16,99	7,22	9,68
<i>Oenocarpus bataua</i>	86	3,01	15,44	4,41	7,62
<i>Euterpe precatoria</i>	123	4,25	1,52	12,03	5,94
<i>Terminalia oblonga</i>	38	7,01	2,09	4,78	4,63
<i>Byrsonima spicata</i>	30	3,18	9,33	-	4,17
<i>Socratea exorrhiza</i>	53	4,33	3,87	3,36	3,85
<i>Ceiba pentandra</i>	19	5,24	-	6,23	3,83
<i>Xylopia ligustrifolia</i>	29	5,16	4,82	-	3,33
<i>Nectandra sp.</i>	30	1,14	4,62	3,62	3,13
<i>Iriartea deltoidea</i>	59	-	0,55	8,54	3,03
<i>Otoba parviflora</i>	28	3,15	4,41	1,53	3,03
<i>Inga sp.</i>	26	2,90	3,72	2,18	2,93
<i>Aspidosperma ramiflorus</i>	20	3,15	4,41	-	2,52
<i>Pourouma cecropifolia</i>	23	-	5,23	1,85	2,36
<i>Sloanea guianensis</i>	17	3,99	-	2,82	2,27

Estudios realizados por Quisbert (2004), en el Parque Madidi corroboran lo mencionado respecto a *Pseudolmenia laevis* presentando valores altos en el bosque montano. Por otro lado Berg (2001), lo señala como un árbol que frecuentemente alcanza el dosel y se distribuye en todo el norte de Sudamérica al este de los Andes, incluyendo la cuenca amazónica, el escudo de las Guyanas y territorios del norte de Colombia y Venezuela sobre sustratos no inundables. En cuanto a las palmeras, son muy comunes en los bosques húmedos de tierras bajas, así lo menciona Paniagua (2005), al obtener densidades altas para estas especies en los bosques con altitudes menores a 500 m.

#### **4.1.2. Sabana Húmeda Arbolada**

En una hectárea de muestreo el número de especies registradas fueron 52 pertenecientes a 30 familias, de un total de 354 individuos. Las familias más importantes son: Arecaceae, Moraceae, Annonaceae, Bombacáceae y Combretaceae presentando valores de importancia (IVIF%) altos (Cuadro 5).

Las familias más diversas son Arecaceae (6 sp/ha) y Moraceae (5 sp/ha), presentando también el número de individuos (Nº ind) alto de 90 y 35 respectivamente. La familia Bombacaceae contempla una diversidad baja pero tiene el valor más alto en área basal

(2.59 m<sup>2</sup>), lo mismo sucede en el caso de la familia Annonáceae y Combretáceae, siendo las más dominantes en la parcela para este tipo de bosque (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Las 10 familias más importantes en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), número de especies (Nº Sp), área basal (AB m<sup>2</sup>) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En la Sabana Húmeda Arbolada (SHA).**

Familia	Nº Ind	Nº Sp	AB m <sup>2</sup>	IVIF%
Arecaceae	90	6	2,06	15,84
Moraceae	35	5	1,88	9,72
Annonaceae	44	2	2,28	9,33
Bombacaceae	10	2	2,59	6,66
Combretaceae	23	1	2,21	6,60
Meliaceae	15	3	0,96	4,99
Elaeocarpaceae	15	2	1,17	4,70
Apocynaceae	19	2	0,85	4,53
Rubiaceae	6	3	0,00	3,21
Clusiaceae	13	2	0,30	3,01
Otros	84	24	5,16	31,40

Esta formación vegetal se desarrolla en zonas estacionalmente inundadas por aguas blancas que arrastran considerables cantidades de sedimentos ricos en limo (Balcazar & Montero, 2002; Navarro *et al.*; 2004), son los llamados Bosques de Várzea. Los datos registrados son comparables con estudios realizados en Pando para este tipo de bosque, donde Balcazar & Montero, 2002 encontraron 38 familias con una diversidad registrada para las Moráceae de 9 especies y para Arecaceae de 7 especies, valores con escasa diferencia obtenidos al presente estudio.

Las especies con un valor de importancia (IVI%) alto son 15, de las cuales *Terminalia oblonga* representa a la especie más importante, seguida por *Ruizodendrom ovale*, *Ceiba pentandra*. y *Xylopia ligustrifolia*. Las especies más abundantes son *Ruizodendrom ovale* con 7.3%, *Pseudolmenia laevis* con 7%, *Astrocaryum aculeatum* con 6.8% y *Terminalia oblonga* con 6.5%. En el caso de dominancia relativa el mayor porcentaje está representado por dos especies: *Ceiba pentandra* (11.9%) y *Terminalia oblonga* (11.3%) figurando el 23.3% del total de áreas basales.

Las especies con mejor distribución son *Ruizodendrom ovale*, *Socratea exorrhiza* y *Euterpe precatoria* con una frecuencia absoluta del 100%, así también *Xylopia ligustrifolia*

y *Pseudolmenia laevis* con 80% ambas y con 70% las especies *Sloanea guianensis* y *Trichilia pleeana* (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Las 15 especies más importantes identificadas en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), frecuencia (Fr), área basal (AB m<sup>2</sup>) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En la Sabana Húmeda Arbolada (SHA).**

Especie	Nº ind	Fr.	AB m <sup>2</sup>	Abun Rel %	Fr. Rel %	Dom Rel %	IVI%
<i>Terminalia oblonga</i>	23	6	2,21	6,50	3,16	11,37	7,01
<i>Ruizodendrom ovale</i>	26	10	1,08	7,34	5,26	5,54	6,05
<i>Ceiba pentandra</i>	6	4	2,32	1,69	2,11	11,93	5,24
<i>Xylopia ligustrifolia</i>	18	8	1,20	5,08	4,21	6,19	5,16
<i>Pseudolmenia laevis</i>	25	8	0,62	7,06	4,21	3,19	4,82
<i>Socratea exorrhiza</i>	21	10	0,35	5,93	5,26	1,78	4,33
<i>Euterpe precatoria</i>	20	10	0,36	5,65	5,26	1,84	4,25
<i>Astrocaryum aculeatum</i>	24	6	0,45	6,78	3,16	2,29	4,08
<i>Sloanea guianensis</i>	11	7	1,01	3,11	3,68	5,17	3,99
<i>Byrsonima spicata</i>	8	6	0,80	2,26	3,16	4,12	3,18
<i>Otoba parviflora</i>	12	6	0,56	3,39	3,16	2,89	3,15
<i>Aspidosperma ramiflorus</i>	12	6	0,56	3,39	3,16	2,89	3,15
<i>Trichilia pleeana</i>	12	7	0,45	3,39	3,68	2,29	3,12
<i>Oenocarpus bataua</i>	14	6	0,37	3,95	3,16	1,92	3,01
<i>Inga sp.</i>	11	5	0,57	3,11	2,63	2,95	2,90
Otros	111	85	6,55	31,36	44,74	33,63	36,57

De acuerdo a Navarro *et al.*; 2004, las especies características son *Clarisia racemosa*, *Terminalia amazónica*, *T. oblonga*, *Spondias Bombin*, *Eschweilera coriacea*, *Guarea macrophylla*, *Leonia glyxicarpa* y *Sloanea guianensis*, que también se encuentran presentes en nuestro estudio; aunque no todas entre las especies más importantes (Anexo 4).

Además Hanagarth (1993), en su descripción de la vegetación de los bosques de inundación y altura para las sabanas del Beni, indica que la composición florística es una mezcla de elementos de las alturas con especies adaptadas a lugares más húmedos como *Ficus spp.*, *Calycophyllum spruceanum*, *Brosimum guianensis*, *Pourouma cecropifolia*, *Ceiba pentandra*, *Sloanea guianensis* y diferentes especies de *Cecropia spp.*, de las cuales son compartidas en los resultados obtenidos corroborando ésta formación vegetal. Sin embargo, hay pocos estudios publicados que describan la vegetación de este tipo de bosque para realizar una comparación de los parámetros estudiados.

### 4.1.3. Bosque muy Húmedo de Pie de Monte

En esta parcela se registraron 32 especies agrupadas en 21 familias, obteniéndose datos de un total de 244 individuos. De las 10 familias más importantes las más sobresalientes son: Arecaceae con un valor de importancia (IVIF%) de 20.61% y Moraceae con 19.37%, además presentan una diversidad alta con 5 y 4 especies respectivamente (Cuadro 7).

A partir de la familia Malpighiaceae hasta la Fabaceae, presentan valores aproximadamente similares en cuanto al índice de valor de importancia (IVIF%), que es reflejada también en la diversidad y dominancia de éstas familias (Cuadro 7).

**Cuadro 7. Las 10 familias más importantes en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), número de especies (Nº Sp), área basal (AB m<sup>2</sup>) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En el Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM).**

<b>Familia</b>	<b>Nº Ind</b>	<b>Nº Sp</b>	<b>AB m<sup>2</sup></b>	<b>IVIF%</b>
Arecaceae	65	5	2,12	20,61
Moraceae	65	4	2,05	19,37
Malpighiaceae	22	1	1,25	7,90
Vochysiaceae	6	1	1,34	5,99
Apocynaceae	10	2	0,54	5,11
Lauraceae	11	2	0,45	4,97
Cecropiaceae	15	1	0,43	4,42
Annonaceae	11	1	0,48	4,01
Myristáceae	10	1	0,49	3,91
Fabaceae	2	2	0,25	3,12
Otros	27	12	1,43	20,58

El número determinado de familias y especies es relativamente bajo con respecto a los dos tipos de bosque restante y datos de otros estudios realizados en bosques montanos (Flores *et al.*; 2000; Cabrera, 2004) con 45 familias, 134 especies y 32 familias, 102 especies respectivamente. Una de las razones importantes para esta diferencia es el hecho de que la parcela se encuentra establecida en un área con intervención antrópica, sometida a una explotación incontrolada y no sostenible de sus recursos naturales, principalmente de madera y suelos (Seidel 1995, Navarro *et al.*; 2004).

Por otro lado la composición florística entre los 420-580 m representa a una formación de transición que corresponde al bosque de piedemonte (mezcla de elementos de bosque de llanura, de la serranía y las terrazas aluviales antiguas), con elementos de bosque

montano (Balslev *et al.* 1987, Seidel 1995, Flores *et al.* 2002, Beck *et al.* 2002), lo que provoca una variación en los resultados.

Otros autores nombran como las familias más ricas en especies a Moráceae, Fabaceae, Arecaceae, Bignonáseae, Lauraceae, Sapotaceae, Melastomataceae, Meliaceae, Myristicaceae, Myrtaceae, Chrysobalanaceae, Annonaceae y Rubiaceae (Gentry 1991, Flores *et al.* 2000, Quisbert, 2004), que, a pesar de la extracción maderera realizada, estos datos son coincidentes en la parcela de muestreo para este bosque, aunque no en su totalidad (Anexo 8).

De las 15 especies más importantes registradas en la parcela para este tipo de bosque (Cuadro 8), se tiene en primer lugar a *Pseudolmenia laevis* con un valor de importancia (IVIF%) alto, al igual que los tres parámetros relativos. Le sigue *Oenocarpus bataua* con menor número de individuos (Nº ind), pero presentando un área basal alta y *Byrsonima spicata* también con un número de individuos bajo pero con área basal superior. Otras especies tales como *Vochysia haenkeana*, *Pourouma cecropifolia*, *Xylopia ligustrifolia* y *Nectandra sp* entre otros, se encuentran con valores intermedios de los parámetros relativos de abundancia, frecuencia, dominancia e índice de valor de importancia.

Las tres especies: *Pseudolmenia laevis*, *Oenocarpus bataua* y *Byrsonima spicata*, representan el mayor porcentaje de dominancia relativa (Dom Rel%) con un 45.26% del total de las especies registradas en esta parcela. Las especies de mayor distribución son: *Pseudolmenia laevis* y *Oenocarpus bataua* con 100%, le siguen *Byrsonima spicata* y *Nectandra sp* con 8 y 7% respectivamente (Cuadro 8).

**Cuadro 8. Las 15 especies más importantes identificadas en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), frecuencia (Fr), área basal (AB m<sup>2</sup>) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En el Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM).**

<b>Especie</b>	<b>Nº ind</b>	<b>Fr.</b>	<b>AB m<sup>2</sup></b>	<b>Abun Rel %</b>	<b>Fr. Rel %</b>	<b>Dom Rel %</b>	<b>IVI%</b>
<i>Pseudolmenia laevis</i>	61	10	1,81	25,00	9,26	16,71	16,99
<i>Oenocarpus bataua</i>	49	10	1,84	20,08	9,26	16,99	15,44
<i>Byrsonima spicata</i>	22	8	1,25	9,02	7,41	11,56	9,33
<i>Vochysia haenkeana</i>	6	5	1,34	2,46	4,63	12,40	6,50
<i>Pourouma cecropifolia</i>	15	6	0,43	6,15	5,56	3,99	5,23
<i>Xylopia ligustrifolia</i>	11	6	0,48	4,51	5,56	4,40	4,82
<i>Nectandra sp.</i>	10	7	0,35	4,10	6,48	3,28	4,62
<i>Otoba parviflora</i>	10	5	0,49	4,10	4,63	4,51	4,41
<i>Aspidosperma ramiflorus</i>	8	6	0,48	3,28	5,56	4,39	4,41
<i>Socratea exorrhiza</i>	11	6	0,17	4,51	5,56	1,54	3,87
<i>Inga sp.</i>	7	6	0,30	2,87	5,56	2,74	3,72
<i>Terminalia oblonga</i>	3	3	0,25	1,23	2,78	2,27	2,09
<i>Schefflera morototoni</i>	3	2	0,32	1,23	1,85	3,00	2,03
<i>Bellucia grossularoides</i>	3	3	0,12	1,23	2,78	1,07	1,69
<i>Euterpe precatoria</i>	3	3	0,06	1,23	2,78	0,57	1,52
Otros	22	22	1,15	9,02	20,37	10,60	13,33

Algunos autores (Gentry 1991, Foster 1991, Orellana & Sanjinés 2001) citan como especies comunes en este tipo de bosque a *Otoba parviflora*, *Virola calophylla*, *Guarea guidonia*, *Xylopia peruviana*, *Licania arborea*, *Tapirira guianensis*, *Zanthoxylum acreanum*, *Euterpe precatoria*, *Nectandra spp.*, *Inga spp.*, *Ficus spp.*, *Hura crepitans*, *Theobroma cacao*, *Leonia glycyarpa* y *Trichilia elegans*, y Navarro *et al.* (2004), menciona a *Duguetia quitarensis*, *Aspidosperma macgravianum*, *A. vargasii*, *Jacaranda copaia*, *Tabebuia incana*, *Eriotheca globosa*, *Huberodendrom swietenoides* y *Tetragastris altissima* entre otros.

Estas especies no son tan comunes en el área de muestreo (Anexo 5), posiblemente debido a que los estudios realizados para caracterizar este tipo de bosque generalmente se han concentrado al interior del Parque Madidi, a altitudes mayores a 420 m., por lo que varias de las especies características citadas para el BMHPM no se presentan en el área estudiada. Al respecto Navarro *et al.*; (2004), propondría la existencia de dos series de vegetación, pero por los pocos datos florísticos de esta zona solo se trata a nivel de macroserie.

Gentry & Ortiz (1993), indica que los bosques Montanos están compuestos por una invariable taxa que se traslapan pequeñamente con los bosques de tierras bajas de la Amazonia, especialmente en lugares con suelos relativamente ricos, esta aseveración

concuerdan con los resultados obtenidos para el área de estudio. Es de esta manera que algunas especies importantes en este bosque se presentan también en el BHLL, así tenemos a *Pseudolmenia laevis*, *Pourouma cecropifolia*, *Nectandra sp.*, *Oenocarpus bataua*, *Socratea exorrhiza* y *Euterpe precatoria*, comprobando la amplia distribución de estas especies.

#### 4.1.4. Bosque Húmedo de Llanura

Se tiene datos de 459 individuos registrados, las especies presentes para este tipo de bosque son 56 distribuidas en 34 familias. Las familias más importantes son 10 de las cuales Arecaceae, Moraceae, Cecropiaceae y Bombacaceae presentan los valores de importancia (IVIF%) más altos (Cuadro 9).

La familia Arecaceae resulta ser la más diversa con 6 especies, a su vez presenta valores predominantemente altos en el número de individuos (Nº Ind) y el área basal (AB m<sup>2</sup>). Por su parte la familia Moraceae cuenta con un número de individuos (Nº Ind) menor a las Arecaceae pero mayor a las restantes familias. En el caso de las Bombacaceae se observa que tienen un área basal (AB m<sup>2</sup>) superior con apenas una sola especie (Cuadro 9).

**Cuadro 9. Las 10 familias más importantes en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), número de especies (Nº Sp), área basal (AB m<sup>2</sup>) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En el Bosque Húmedo de Llanura (BHLL).**

Familia	Nº Ind	Nº Sp	AB m <sup>2</sup>	IVIF%
Arecaceae	212	6	5,07	27,07
Moraceae	44	2	2,14	7,81
Cecropiaceae	28	3	1,65	6,46
Bombacaceae	13	1	2,48	5,50
Fabaceae	10	4	1,42	5,37
no determinado	10	5	0,44	4,41
Combretaceae	12	1	1,82	4,38
Lauraceae	19	3	0,55	4,04
Elaeocarpaceae	8	2	1,16	3,63
Meliaceae	7	3	0,41	2,95
Otros	96	26	3,71	28,38

De acuerdo a Fuentes (2005), se carece de estudios publicados en los bosques de llanura aluvial, por lo que la vegetación característica de este bosque se encuentra incluida dentro

de lo que es el bosque de llanura y pie de monte (Müller *et al.* 2002), entre éstas familias se encuentran Annonáceae, Chrysobalanaceae, Lecythydaceae, Moraceae, Sapotaceae y Areacaceae, también presentes en la parcela de muestreo (Anexo 9), exceptuando a la familia Lecythydaceae. Estas afirmaciones de la misma manera se refleja en el estudio realizado por Smith & Killeen (1995), en Pílon Lajas a una altura de 270 m. (Río Colorado), en la que reporta 36 familias y 80 especies de 588 individuos registrados, similar a los datos obtenidos para el presente estudio.

Por otro lado DeWalt *et al.* (1999), registró información etnobotánica y ecológica de dos parcelas permanentes de 1 Ha en el bosque amazónico cerca de dos comunidades Santa Fé (250 m) y Buena Vista (180 m) obteniendo como familias más representadas a Arecaceae, Moraceae, Fabaceae, Annonaceae y Meliaceae, coincidiendo en nuestro tema con las dos primeras como más importantes y en el caso de la tercera con una alta diversidad (4 sp.).

De las 15 especies presentes en el cuadro 10, se tiene como la más importante a la especie *Euterpe precatoria* con un valor de importancia (IVI%) mayor a las demás especies además de un elevado número de individuos (100 ind/ha). En segundo lugar se encuentra la especie *Iriartea deltoidea* con la mitad del número de individuos (Nº Ind) que *Euterpe precatoria*.

La especie con una dominancia relativa superior es *Ceiba pentandra* pese a su número reducido de individuos. Otra es *Pseudolmenia laevis* la cual presenta una frecuencia alta. Entre las especies con mayor dominancia relativa se encuentran *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea*, *Pseudolmenia laevis*, *Ceiba pentandra* y *Terminalia oblonga* representando el 47.1% del total de especies. Por otro lado las especies con una frecuencia absoluta al 100% son *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea* y *Nectandra sp.* Siendo estas especies las mejor distribuidas en el Bosque Húmedo de Llanura, *Pseudolmenia laevis* cuenta con 90% y *Ceiba pentandra*, *Oenocarpus bataua* y *Socratea exorrhiza* presentan un 80% de distribución (Cuadro 10).

**Cuadro 10. Las 15 especies más importantes identificadas en 1 ha de muestreo, según individuos encontrados (Nº Ind), frecuencia (Fr), área basal (AB m<sup>2</sup>) y el valor de importancia porcentual (IVIF%). En el Bosque Húmedo de Llanura (BHLL).**

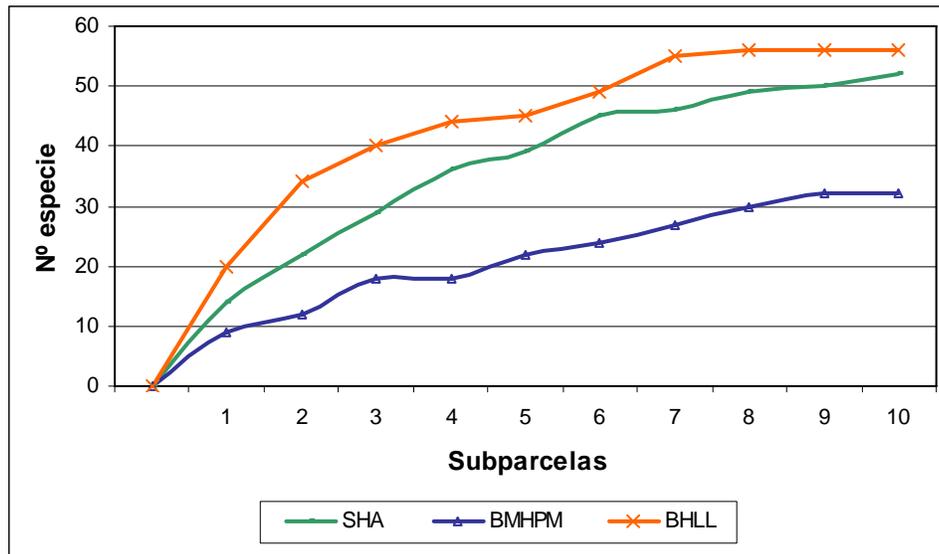
<b>Especie</b>	<b>Nº ind</b>	<b>Fr.</b>	<b>AB m<sup>2</sup></b>	<b>Abun Rel %</b>	<b>Fr. Rel %</b>	<b>Dom Rel %</b>	<b>IVI%</b>
<i>Euterpe precatoria</i>	100	10	1,95	21,79	4,98	9,34	12,03
<i>Iriartea deltoidea</i>	58	10	1,67	12,64	4,98	8,01	8,54
<i>Pseudolmenia laevis</i>	37	9	1,90	8,06	4,48	9,13	7,22
<i>Ceiba pentandra</i>	13	8	2,48	2,83	3,98	11,88	6,23
<i>Terminalia oblonga</i>	12	6	1,82	2,61	2,99	8,74	4,78
<i>Oenocarpus bataua</i>	23	8	0,89	5,01	3,98	4,25	4,41
<i>Nectandra sp.</i>	16	10	0,50	3,49	4,98	2,41	3,62
<i>Cecropia polystachya</i>	17	7	0,63	3,70	3,48	3,01	3,40
<i>Socratea exorrhiza</i>	21	8	0,32	4,58	3,98	1,52	3,36
<i>Dipterix odorata</i>	5	4	1,24	1,09	1,99	5,96	3,01
<i>Sloanea guianensis</i>	6	4	1,08	1,31	1,99	5,17	2,82
<i>Annona hypoglauca</i>	8	7	0,53	1,74	3,48	2,54	2,59
<i>Inga sp.</i>	8	6	0,38	1,74	2,99	1,80	2,18
<i>Pourouma cecropifolia</i>	8	2	0,58	1,74	1,00	2,80	1,85
<i>Ormosia bopiensis</i>	8	5	0,19	1,74	2,49	0,91	1,71
Otros	119	97	4,69	25,93	48,26	22,51	32,23

Navarro *et al.* (2004), propone como especie dominante a *Hura crepitans* dado el caso de un bosque no intervenido por extracción maderera. Probablemente este es el motivo por el cual no se encontró esta especie en la parcela de muestreo, sin embargo, mencionan a *Xylopia ligustrifolia*, *Dypterix odorata*, *Ceiba pentandra*, *Calophyllum brasiliensis*, *Genipa americana*, *Ficus insípida* y *Astrocaryum murumuru* como especies comunes de este bosque. Algunas variaciones presentes en la composición florística, con respecto al presente trabajo (Anexo 6), pueden deberse al tipo de inundación y el sustrato, así como del grado de “madurez o antigüedad (Navarro *et al.*; 2004).

Estudios realizados por (Smith & Killeen, 1995), mencionan que dos especies *Iriartea deltoidea* y *Pseudolmenia laevis* son las más abundantes con 93 y 74 ind/ha respectivamente, en la superficie muestreada estas dos especies también son las más abundantes, sin embargo *Euterpe precatoria* presenta una abundancia superior. La palmera *Iriartea deltoidea* no solo es abundante en BHLL, sino también en el BMHPM (Mueller *et al.* 2002, Quisbert, 2004).

## 4.2. Curvas de diversidad florística

La vegetación presente en los tres tipos de bosque se evaluó mediante una curva, en donde se expresa el número de especies acumuladas en función al área de muestreo, teniendo para cada formación vegetal una superficie de 1 ha. En la figura 2 se observa que en BMHPM y BHLL las curvas llegan a estabilizarse en las subparcelas 8 y 9 respectivamente, siendo el tamaño de muestreo representativo para estas dos formaciones vegetales. En SHA el número de especies va incrementando hasta llegar a la subparcela 8, en donde la curva es mas o menos horizontal, lo que indica que 1 ha es una muestra satisfactoria para este tipo de bosque.



**Figura 2. Curva de acumulación de especies por área muestreada en los tres tipos de bosque. SHA = Sabana Húmeda Arbolada, BMHPM = Bosque muy Húmedo de Pie de Monte, BHLL = Bosque Húmedo de Llanura.**

Según Romero-Saltos *et al.* (2001), Duivenvoorden *et al.* 2001, una mayor intensidad de muestreo no asegura la estabilidad de la curva especies-área y afirma que la estabilización de esta curva no sucede prácticamente en ningún estudio de plantas leñosas de bosques tropicales.

Además de la curva especies-área, se calculó los índices de diversidad (Shannon-Wiener), equitatividad (Pielou) y predominancia (Simpson). De éstos se obtiene que las formaciones vegetales que presentan una alta diversidad son los bosques de SHA (Shannon-Wiener,  $H = 3.47$ , Pielou,  $e = 0.88$ ) y el BHLL (Shannon-Wiener,  $H = 3.17$ , Pielou,  $e = 0.79$ ), claramente visibles en la figura 2, mientras tanto el BMHPM muestra una diversidad baja (Shannon-Wiener,  $H = 2.59$ , Pielou,  $e = 0.75$ ), con respecto a los dos bosques mencionados, principalmente con SHA cuya pendiente ascendente no llega a un punto inflexible. Al respecto Magurran (1998), afirma que estos valores altos corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Por otra parte Leigh & Egbert (1990), mencionan que la diversidad vegetal en bosques tropicales responde a dos causas principales. La primera supone que la diversidad está limitada por la cantidad de especies que pueden coexistir en equilibrio. La segunda supone que la diversidad está limitada por las oportunidades de especiación, entonces, será mayor en aquellas circunstancias que faciliten la formación de nuevas especies, es decir, ambientes sin perturbaciones ni cambios catastróficos (estables) que den tiempo para el establecimiento de nuevas especies. Ambas apoyan principalmente la existencia de un mayor número de especies en bosques de tierras bajas, dado que son ambientes más estables en condiciones físicas, edáficas y topográficas en comparación con los bosques montanos que son inestables y están susceptibles a cambios, derrumbes y deslizamientos de tierra, dadas sus características topográficas y geomorfológicas.

Comparado con otros estudios realizados al interior del Parque Madidi, en donde los resultados afirman que los bosques montanos muestran una gran diversidad en su estado natural (Beck *et al.* 1993, Cabrera 2004) y probablemente podrían ser los más diversos de toda Bolivia (Foster, 1991), el presente estudio confirma un bajo número de especies para el BMHPM, dadas las características de la parcela ubicada no en un área protegida sino en un área de influencia de la misma. Esto sugiere la influencia de una acción directa del hombre sobre el bosque.

En cuanto al índice de dominancia de Simpson en los diferentes tipos de bosque, se tiene para SHA ( $c = 2.11$ ), BMHPM ( $c = 1.39$ ) y para BHLL ( $c = 0.59$ ) lo que muestra una alta dominancia de una o varias especies en el bosque de SHA, que comparten con los resultados obtenidos del índice de valor de importancia (IVI, IVIF) que muestra claramente

a las especies *Ruizodendrom ovale* y *Terminalia oblonga* como dominantes, en contraposición tenemos al BHLL el cual presenta un índice bajo, indicando con ello que no existe predominancia de una o varias especies en particular, existiendo un equilibrio en la distribución de las mismas (Moreno, 2001).

Estos resultados nos muestran claramente la disminución de la riqueza y diversidad en formaciones vegetales determinadas como el BMHPM. Al respecto Johns (1997), Bawa y Seidler (1998), en sus estudios realizados en bosques tropicales mencionan que la abundancia y diversidad de muchos gremios de especies aumentan después del aprovechamiento, así como que otros grupos disminuyan.

### **4.3. Estructura del bosque**

Se realizó en los tres tipos de bosque una comparación de la estructura del bosque, tomando los valores de diámetro, altura, área basal, y el número de individuos de todas las plantas con  $Dap \geq 10$  cm.

#### **4.3.1. Comparación y Distribución diamétrica de las plantas en la Sabana Húmeda Arbolada (SHA), Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM) y Bosque Húmedo de Llanura (BHLL).**

En SHA la mayor cantidad de individuos se concentra entre 10 y 20 cm. de diámetro, disminuyendo gradualmente hasta los diámetros  $>70$  cm., en donde el número de individuos es el mínimo (Figura 3 a). En cuanto el área basal, es mayor en los diámetros  $<30$  y  $>70$ , éste último es representado por las especies *Ceiba pentandra* y *Terminalia oblonga* quienes se encuentran entre las especies más importantes en este tipo de bosque. Entre las especies con diámetro de 20-30 cm. tenemos a *Ruizodendrom ovale*, *Oenocarpus bataua*, *Terminalia oblonga*, *Pseudolmenia laevis* y *Aspidosperma ramiflorus* entre otras.

En la figura 3 b, se observa la mayor cantidad de los individuos con diámetros entre 10 y 30 cm., y va disminuyendo conforme aumenta el diámetro de los árboles. El área basal sigue la misma tendencia exceptuando aquellos individuos con diámetro  $<20$ .

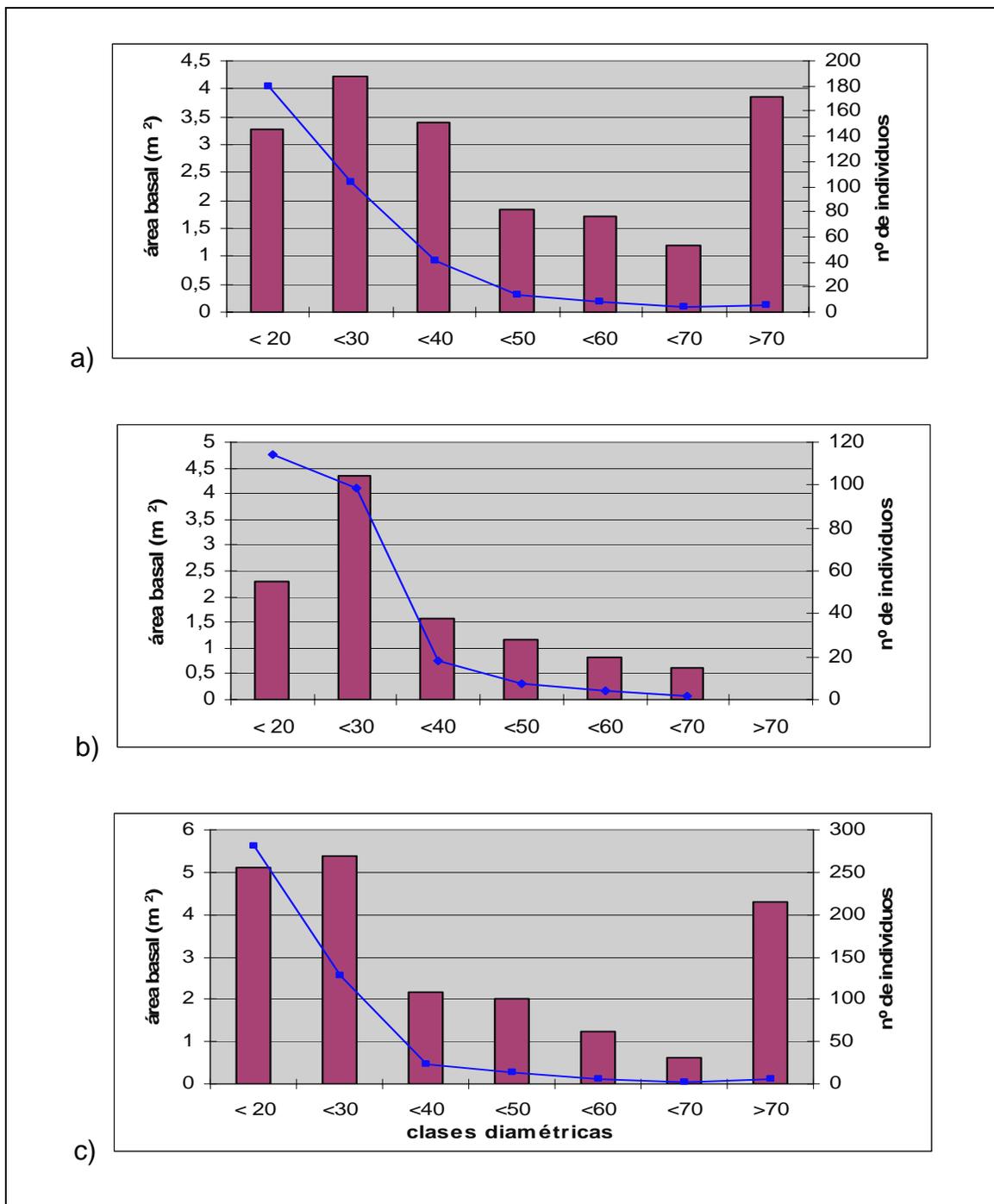
La mayor área basal en el BMHPM es directamente proporcional con el número de individuos que tienen un diámetro entre 20-30 cm., algunas de estas especies son

*Oenocarpus bataua*, *Pseudolmenia laevis*, *Nectandra sp*, *Byrsonima spicata* y *Xylopia ligustrifolia*. Las especies que presentan diámetros mayores (50-70 cm) son: *Aspidosperma ramiflorus*, *Byrsonima spicata*, *Dipotropis purpurea* y *Vochysia haenkeana*.

En el Bosque Húmedo de Llanura (BHLL) se presentan el mayor número de individuos en los diámetros pequeños y pocos en las clases diamétricas grandes. La distribución del área basal muestra valores mayores en los diámetros menores como también en los diámetros >70 cm. (Figura 3 c).

Entre las especies con diámetro entre 10-30 cm. más representativas están *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea*, *Pseudolmenia laevis*, *Oenocarpus bataua*, *Socratea exorrhiza*, *Nectandra sp*, *Cecropia polystachya*, *Triplaris poeppigiana*, y *Astrocaryum murumuru*. También cabe mencionar a *Ceiba pentandra*, *Dipterix odorata*, *Sloanea guianensis* y *Terminalia oblonga* como las especies con el mayor Dap (>70 cm).

En la Sabana Húmeda Arbolada (SHA) y el Bosque Húmedo de Llanura (BHLL), la distribución de los individuos a distintas clases diamétricas se presenta en forma de “J” invertida. La distribución del área basal muestra a las clases diamétricas mayores con el mínimo de individuos, pero con un área basal grande que caracteriza a los bosques maduros (Arroyo, 1995) (Figura 3). En tanto el Bosque Muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM) presenta también la característica de una “J” invertida; algo distorsionada, pero a diferencia de SHA y BHLL el máximo diámetro que alcanzan los individuos es de 70 cm., tampoco presenta una acumulación de área basal alta en los diámetros mayores.



**Figura 3. comparación de la clasificación diamétrica según el número de individuos y área basal en tres tipos de bosque: a) Sabana Húmeda Arbolada (SHA), b) Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM), c) Bosque Húmedo de Llanura (BHLL).**

Se registró a todos los individuos con un diámetro a la altura del pecho (DAP) > 10 cm, ampliamente utilizado para el estudio de árboles en inventarios realizados en los bosques

tropicales lluviosos de Bolivia (tierras bajas y Yungas) (Boom 1987, Seidel 1995, Vargas 1996, Smith & Killeen 1995).

La distribución de los diámetros en forma de “J” invertida (Figura 3) es una característica de los bosques no intervenidos o con mínima perturbación, pero sin abundancia de especies indicadoras de vegetación secundaria (Balslev *et al.* 1987, Seidel 1995, Smith & Killeen 1995).

#### **4.3.2. Estratificación y altura de las plantas en la Sabana Húmeda Arbolada (SHA), Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM) y Bosque Húmedo de Llanura (BHLL).**

En la Sabana Húmeda Arbolada (SHA) se tiene el estrato emergente desde 20 a 25 m. registrada como la mayor altura para este tipo de bosque, entre los 10 a 15 m. de altura se encuentran la mayor cantidad de individuos (228) pudiéndose considerar a estos árboles como el estrato dominante (Figura 4 a).

Las especies pertenecientes al estrato emergente son *Ceiba pentandra*, *Otoba parviflora*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Xylopia ligustrifolia*. El estrato dominante está representado por las especies *Ruizodendrom ovale*, *Euterpe precatoria*, *Pseudolmenia laevis*, *Terminalia Oblonga*, *Socratea exorrhiza*, *Trichilia pleeana*, *Aspidosperma ramiflorus*, *Xylopia ligustrifolia*, *Salacia impressifolia* y *Sloanea guianensis* entre las más importantes.

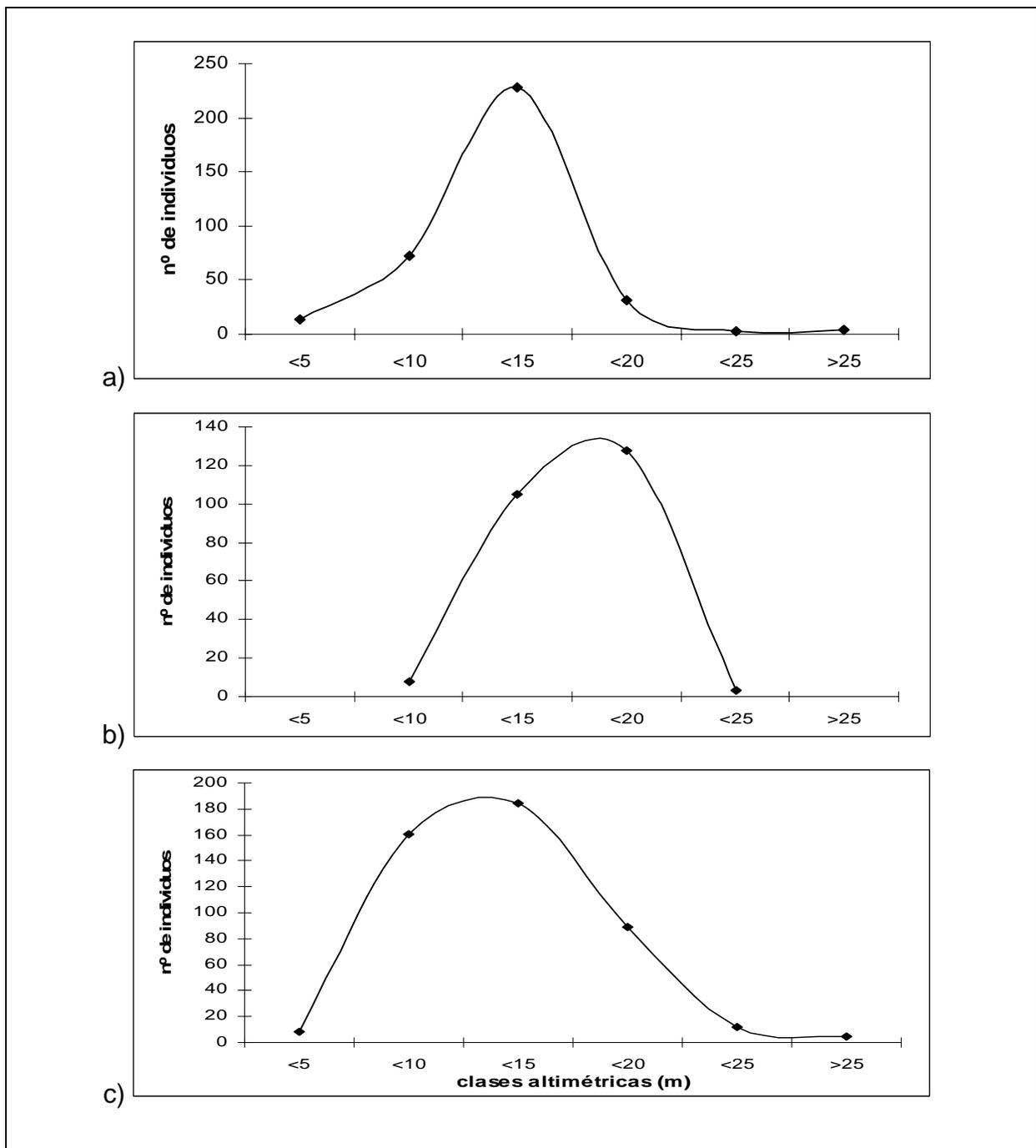
A diferencia de SHA en el Bosque Muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM), la altura más alta registrada es de 23 m. y el mayor número de individuos (233) se concentra en un estrato de 15 a 20 m. siendo este el dominante (Figura 4 b).

Con muy pocos individuos las especies del estrato emergente son *Euterpe precatoria*, *Terminalia oblonga* y *Xylopia ligustrifolia*. En el estrato dominante se encuentran *Pseudolmenia laevis*, *Oenocarpus bataua*, *Byrsonima spicata*, *Pouroma cecropifolia*, *Otoba parviflora*, *Nectandra sp.*, *Aspidosperma ramiflorus* y *Socratea exorrhiza* entre otras.

La distribución de alturas en el Bosque Húmedo de Llanura (BHLL) es similar a SHA, el estrato emergente está conformado por árboles hasta 35 metros de altura, el dosel se encuentra en el rango <15 a <25 es el estrato dominante (285 ind.) y por la cantidad de

individuos se tiene un subdosel <10 (161), los árboles <5 llegan a formar un estrato inferior con muy poca cantidad de individuos (Figura 4 c).

Se tiene a *Dipterix odorata*, *Ceiba pentandra*, *Terminalia oblonga* y *Licania kunthiana* como especies del estrato emergente y entre los más importantes en el estrato dominante están *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua*, *Pseudolmenia laevis*, *Socratea exorrhiza*, *Cecropia polystachya*, *Nectandra sp*, *Terminalia oblonga*, *Ceiba pentandra* y *Astrocaryum murumuru*. En BHLL se observa la predominancia de las Arecaceae en el dosel del bosque.



**Figura 4. Comparación de la relación de individuos por clases altimétricas en tres tipos de bosque: a) Sabana Húmeda Arbolada (SHA), b) Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM), c) Bosque Húmedo de Llanura (BHLL).**

Los bosques de SHA son de mayor altura de dosel y mayor estructuración del sotobosque, en el cual son escasas o inexistentes las densas poblaciones de *Heliconia marginata* típica del nivel inferior de los bosques de várzea de bajura (Navarro *et al.*; 2004). Se puede

apreciar como emergentes a *Ceiba pentandra*, *Otoba parviflora*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Xilopia ligustrifolia* con 25 m de altura, el dosel estará conformado entre 10 – 15 m de altura en donde se presentan especies como *Trichilia pleeana*, *Pseudolmenia laevis*, *Socratea exorrhiza*, *Euterpe precatória*, *Terminalia oblonga*, *Ruizodendrom ovale*, *Aspidosperma ramiflorus*, *Terminalia oblonga*, *Sloanea guianensis* entre otros y en el subdosel de 5 – 10 m encontramos especies como *Oenocarpus bataua*, *Rheedia acuminata*, *Astrocaryum aculeatum*, *Inga sp.*, *Attalea phalerata*, *Byrsonima spicata*, *Alibertia tutumilla*, *Protium apiculatum* entre los principales. En el estrato inferior <5 se encuentra la familia *Arecaceae*.

Desde el punto de vista estructural Navarro *et al.* (2004), menciona que la vegetación del pie de monte presenta un dosel de unos 30 m de altura con emergente de hasta 40 m. El sotobosque arbóreo estructurado en dos estratos, el superior de 15 – 20 m de alto y el inferior de 10 – 12 m, ambos con coberturas entre un 40 – 60% aproximadamente. Por otro lado Flores *et al.* (2000), presenta cuatro estratos, tres entre 5 y 25 m de altura, y emergentes entre 32 y 35 m aproximadamente, teniendo en los estratos superiores a *Ceiba pentandra*, *Poulsenia armata*, *Pouteria torta*, *Sterculia sp.*, *Virola peruviana* y *Micropholis sp* y entre las especies más comunes *Inga spp.* (Diversos pacay), *Ficus spp.* (bibosi) y *Hura crepitans* (ochoó), *Theobroma cacao*, *Leonia glycyarpa*, *Trichilia elegans*.

También son características las palmeras *Socratea exorrhiza*, *Aiphanes truncata* e *Iriarteia deltoidea*. Ambos autores proponen árboles emergentes y doseles altos, contradictorio a los resultados obtenidos, en donde el árbol emergente alcanza un máximo de 23 m., y el dosel se encuentra entre 15 – 20 m, denominado como sotobosque superior por Navarro. Esto nos da a entender un disturbio ocurrido en este bosque como ya se ha discutido anteriormente con los índices de diversidad.

Finalmente para el BHLL los resultados obtenidos son corroborados con datos de Navarro *et al.* (2004), en donde lo describe como bosques sempervirentes estacionales con dosel de 15 a 25 m de alto, y emergentes dispersos que llegan a los 35 m.

#### 4.4. Evaluación cuantitativa de palmeras

##### 4.4.1. Comparación florística

La familia Arecaceae está representada por 6 géneros con 8 especies de palmeras y un total de 367 individuos en todo el área de muestreo equivalente al 34.7% de la población total de árboles con  $Dap \geq 10$  cm. La aparición de las especies en cada parcela se ve limitada por el tipo de bosque, características del lugar de muestreo y el diámetro mínimo tomado a la altura del pecho.

Se aprecian 6 especies para el BHLL, 5 especies para el BMHPM y 6 especies para SHA. Las especies *Attalea phalerata*, *Oenocarpus mapora*, *Astrocaryum aculeatum*, *Astrocaryum murumuru* e *Iriartea deltoidea* son aquellas que no se presentan en todos los tipos de bosque.

En el BHLL las especies *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea* y *Oenocarpus bataua* son las más importantes ecológicamente, ya que poseen los mayores valores en todos los parámetros de estudio. Para el BMHPM la especie *Oenocarpus bataua* es considerada la especie más importante para este tipo de bosque con un 69.9% de valor de importancia (IVI%), luego muy alejado le sigue *Socratea exorrhiza* con 17.8%; en SHA no existe una marcada diferencia entre las especies con mayor valor de importancia (IVI%), teniendo a *Socratea exorrhiza*, *Euterpe precatoria* y *Astrocaryum aculeatum* entre las más importantes (Cuadro 11).

Las especies con mayor distribución (100%) en los tres tipos de bosque son *Euterpe precatoria*, *Oenocarpus bataua* y *Socratea exorrhiza* además de ser las especies en común en las tres formaciones vegetales. *Astrocaryum aculeatum* presenta una distribución baja para el bosque de SHA, sin embargo tiene el valor más alto en abundancia y dominancia relativa para este tipo de bosque.

**Cuadro 11. Comparación de los parámetros de abundancia, frecuencia, dominancia relativos e índice de valor de importancia para la familia Arecaceae en el Bosque Húmedo de Llanura (BHLL), Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM) y Sabana Húmeda Arbolada (SHA).**

Tipo de bosque	Nombre científico	Abun Rel (%)	Frec Rel (%)	Dom Rel (%)	IVI 100%
BHLL	<i>Euterpe precatoria</i>	47,17	23,26	38,44	36,29
	<i>Iriartea deltoidea</i>	27,36	23,26	32,97	27,86
	<i>Oenocarpus bataua</i>	10,85	18,60	17,48	15,65
	<i>Socratea exorrhiza</i>	9,91	18,60	6,25	11,59
	<i>Astrocaryum murumuru</i>	3,77	11,63	3,65	6,35
	<i>Astrocaryum aculeatum</i>	0,94	4,65	1,20	2,26
	<i>Attalea phalerata</i>	-	-	-	-
	<i>Oenocarpus mapora</i>	-	-	-	-
BMHPM	<i>Oenocarpus bataua</i>	75,38	47,62	86,79	69,93
	<i>Socratea exorrhiza</i>	16,92	28,57	7,85	17,78
	<i>Euterpe precatoria</i>	4,62	14,29	2,90	7,27
	<i>Iriartea deltoidea</i>	1,54	4,76	1,64	2,65
	<i>Oenocarpus mapora</i>	1,54	4,76	0,83	2,38
	<i>Astrocaryum aculeatum</i>	-	-	-	-
	<i>Astrocaryum murumuru</i>	-	-	-	-
	<i>Attalea phalerata</i>	-	-	-	-
SHA	<i>Socratea exorrhiza</i>	23,33	27,03	16,86	22,41
	<i>Euterpe precatoria</i>	22,22	27,03	17,41	22,22
	<i>Astrocaryum aculeatum</i>	26,67	16,22	21,70	21,53
	<i>Oenocarpus bataua</i>	15,56	16,22	18,17	16,65
	<i>Attalea phalerata</i>	8,89	8,11	21,68	12,89
	<i>Astrocaryum murumuru</i>	3,33	5,41	4,16	4,30
	<i>Iriartea deltoidea</i>	-	-	-	-
	<i>Oenocarpus mapora</i>	-	-	-	-

La presencia de palmeras juega un papel importante, tanto en formaciones clímax como en sucesiones ecológicas y definen determinados grados de la vegetación (Morales 1989). Todas las especies mencionadas se hallan ampliamente distribuidas en los bosques amazónicos (Henderson *et al.*; 1995), sustentando estudios realizados por Sanjines (2005), donde registró especies de palmeras con densidades altas para el bosque tropical de tierra firme, como: *Geonoma brevispatha*, *Iriartea deltoidea*, *Geonoma deversa*, *Astrocaryum murumuru*, *Euterpe precatoria* y *Socratea exorrhiza*. Así también menciona que las especies más comunes registradas para el área de estudio son *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea* y *Socratea exorrhiza*, coincidiendo con resultados obtenidos en las parcelas muestreadas.

En el BHLL predominan las especies *Euterpe precatoria*, *Iriartea deltoidea* y *Oenocarpus bataua*. Dewalt *et al.* (1999), menciona que éstos son elementos típicos del bosque de llanura. También Paniagua (2005), propone a *Iriartea deltoidea*, *Euterpe precatoria*, *Socratea exorrhiza* y *Astrocaryum murumuru* como las especies de palmeras arbóreas más comunes en los bosques húmedos de tierras bajas localizados en terrazas antiguas.

La especie *Geonoma deversa*, que no fue registrada en el estudio debido al diámetro mínimo tomado ( $Dap \geq 10$  cm ), es la especie que domina en el sotobosque.

Este bosque muestra como una de las especies clave a la palmera *Astrocaryum* sp. (Dewalt *et al.* 1999), la misma que se encuentra en altitudes bajas en el BHLL y SHA, la cual disminuye su abundancia por encima de los 350 m de altitud (Paniagua, 2005).

La palmera *Iriartea deltoidea* es otra especie importante en el BHLL, característica notoria de los bosques amazónicos de la región, especialmente en el sector amazónico preandino (Fuentes, 2005), prácticamente su aparición en BMHPM y SHA es escasa y nula respectivamente, así mismo Quisbert (2004), encontró valores altos de densidad, frecuencia y dominancia para esta especie en el Bosque de Tierra Firme.

El BMHPM presenta menos especies que en los otros dos bosques, donde se encuentra como la más importante *Oenocarpus bataua*. En este bosque las palmeras están representadas por varias especies, pero son menos diversas que en otros bosques amazónicos (Foster, 1991), corroborando las afirmaciones de Paniagua (2005), en donde los géneros *Oenocarpus* y *Phytelephas* aparecen con una abundancia importante por encima de los 350 m de altitud.

Si hablamos de diversidad, la mayor diversificación de palmeras bolivianas se da hacia las tierras bajas, entre 140 y 500 m de altitud (Moraes, 1996b), el área de estudio cuenta con 8 especies de palmeras, número relativamente bajo en comparación con otros estudios realizados para la región (Moraes *et al.* 1995, Paniagua 2005, Sanjinés 2005) quienes reportaron 29, 24 y 24 especies respectivamente en el área. Este hecho puede deberse al tamaño del área muestreada, el diámetro mínimo utilizado, intervención antrópica, características fisiográficas, entre otros.

Algunos factores para la distribución de palmeras pueden ser la influencia de los altos niveles de precipitación por zonas, topografía irregular, geología compleja y diferentes tipos de clima presentes, considerados como los causantes del desarrollo de niveles notablemente altos de riqueza de especies y hábitat (Jørgensen, 2000), que podría también reflejarse en la diversidad y abundancia de palmeras registradas para el área, por su afinidad en ciertos tipos de formaciones boscosas y/o por la amplia distribución de algunas (Moraes, 1996b).

En algunos casos donde existen bosques monoespecíficos de palmeras como el caso de *Dictyocaryum lamarckianum* podría estar relacionada principalmente con factores climáticos (climas pluviales con vientos húmedos predominantes) y edáficos (suelos ácidos y bien drenados) y que son determinantes en su frecuencia (Henderson *et al.* 1995, Navarro 2002). Por su parte Vormisto (2002) encontró en comunidades de palmeras en la Amazonía peruana, que la composición y abundancia estaban fuertemente relacionadas con las propiedades edáficas del bosque (debido a la capacidad de intercambio catiónico).

De acuerdo a un análisis realizado (Sanjinés, 2005), se confirmó que algunas especies mostraban una distribución favorecida por el tipo de terreno, *Astrocaryum murumuru*, *Attalea phalerata* e *Iriartea deltoidea* fueron palmeras características encontradas sobre el terreno llano del bosque mientras *Geonoma interrupta*, *Bactris simplicifrons* y *Oenocarpus bataua*, indicaban valores estadísticamente importantes para bosque sobre terreno accidentado.

Muchos árboles de palmera habitan en los estratos medios a altos (4 - 20 m) como es el caso del bosque montano con *Iriartea deltoidea*, *Euterpe precatoria*, *Astrocaryum Murumuru*, *Oenocarpus mapora*, y *O. Bataua*. Otro caso sucede en los bosques húmedos descubiertos y bosques secos donde son característicos *Aiphanes aculeata* y *Attalea phalerata* (Moraes *et al.*; 1995).

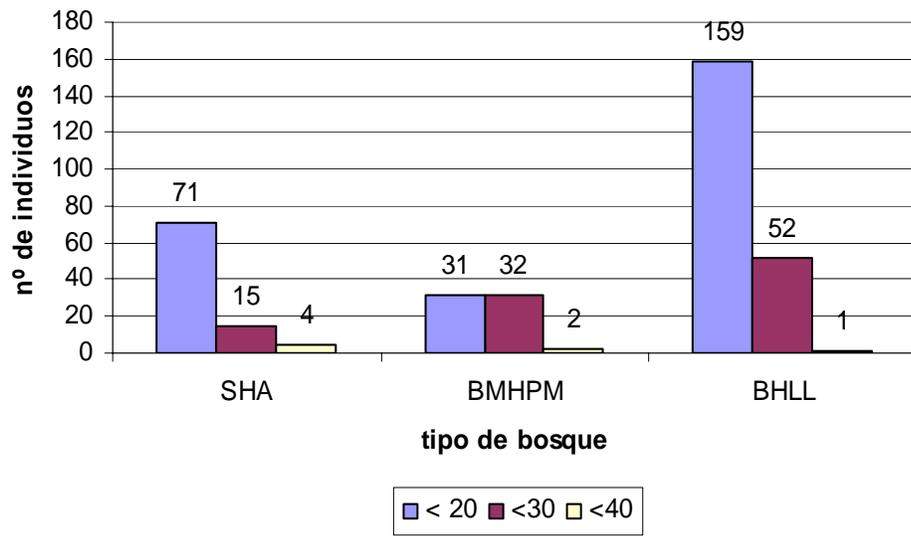
Finalmente algunas especies de palmeras útiles también son afectadas negativamente debido a la explotación intensiva (Basnet 1992, Balslev 2002). Aproximadamente 29 especies de palmeras son conocidas de la región de Madidi (Moraes *et al.*; 1995) y más de la mitad de estas especies son usadas por las personas locales. Está aceptado ampliamente que las actividades antropogénicas amenazan la biodiversidad de bosques

tropicales (Dirzo y 1990, Redford, 1992, Noble y Dirzo 1997,). Este caso se da en el área de investigación, donde la colonización creciente con la siguiente ampliación de áreas cultivadas, crianza de ganado vacuno y sobrepastoreo, añadida a la extracción de madera por compañías legalmente establecidas, causa una deforestación extensiva y la disminución de muchas especies de plantas (Beck *et al.*; 2002). Es conocido que aproximadamente 33 % de especies de palmeras del mundo están consideradas en peligro (Smith *et al.*; 1993).

#### 4.4.2. Clases diamétricas

Las Arecaceae presentan diámetros no mayores a 40 cm., de las cuales en los tres tipos de bosque encontramos que la mayor distribución de individuos está en el rango de 10 a 20 cm. de Dap, seguido por individuos con Dap <30 y en una mínima cantidad se tiene a individuos con Dap <40 (Figura 5).

En SHA se observa una disminución del número de individuos (Nº ind) conforme aumenta el Dap, no ocurre lo mismo con el BMHPM que muestra una equivalencia para los diámetros <20 y <30 cm. y en el BHLL solo se tiene diámetros entre 10 a 30 cm. (Figura 5).



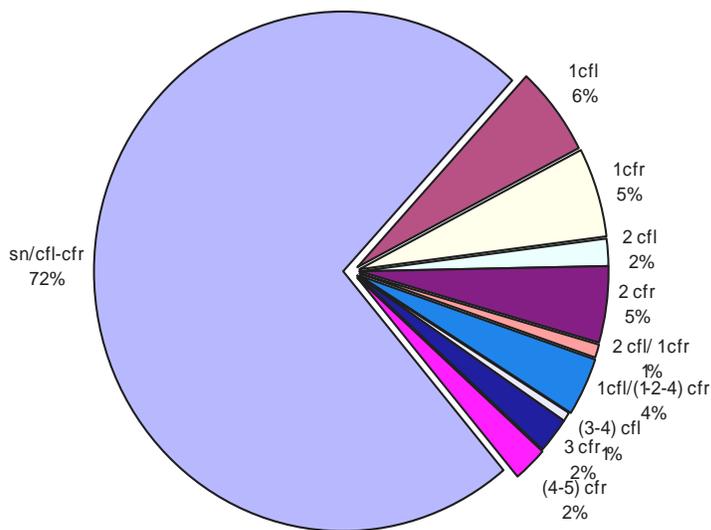
**Figura 5. Distribución del número de individuos (%) por clase diamétrica (cm) en tres tipos de bosque: Sabana Húmeda Arbolada (SHA), Bosque muy Húmedo de Pie de Monte (BMHPM), Bosque Húmedo de Llanura (BHLL).**

Dada la tendencia de la curva en los tres tipos de bosque, se puede observar que tanto en SHA como en BHLL presentan una “J” invertida, típica de bosques con poca intervención, mientras que en el BMHPM ya no se presenta esta tendencia, significando un desequilibrio producto de alguna perturbación.

#### 4.4.3. Evaluación del número de frutos

El estudio se realizó en los meses de septiembre y octubre, época de inicio de las precipitaciones. Donde se pudo apreciar que un 72% (268 ind.) del total de especies de palmeras no presentaban un estado de producción y el 28% (99 ind.) restante se encontraban entre los adultos en producción con flores y/o frutos (Figura 6).

También se pudo observar que los individuos adultos con producción presentaron variaciones en cuanto al número de racimos florales y frutales, obteniendo diferentes categorías, los valores mas altos representan a los individuos con un racimo de flores (1 cfl) con 6% (21 ind.), individuos con un racimo de frutos (1 cfr) con 5% (20 ind.) y los individuos con dos racimos de frutos (2 cfr) con 5% (17 ind.), y se registró solo un 1% (2 ind.) de individuos con 3 o 4 racimos de flores (3-4 cfl).



**Figura 6. Representación del porcentaje de individuos en fructificación y floración en el área de estudio entre San Buenaventura e Ixiamas. Sn/cfl-cfr = sin nada de flor o fruto; 1 cfl = con 1 racimo de flor; 1 cfr = con 1 racimo de fruto; 2 cfl = con 2 racimos de flores; 2 cfr = con 2 racimos de frutos; 2 cfl/ 1 cfr = con 2 racimos de flores y 1 racimo de fruto; 1 cfl/(1-2-4) cfr = con 1 racimo de flores y con 1 hasta 4 racimos de frutos; (3-4) cfl = con 3**

o 4 racimos de flores; 3 cfr = con 3 racimos de frutos; (4-5) cfr = con 4 o 5 racimos de frutos.

El cuadro 12 muestra que las especies *Euterpe precatoria*, *Oenocarpus bataua*, *Iriartea deltoidea* y *Socratea exorrhiza* son las que representan el mayor número de individuos en producción. Así también todas las especies excepto *Euterpe precatoria* presentan más individuos en etapa de fructificación y un número menor en etapa de floración. Una observación importante que se puede mencionar es el hecho de que la especie *Socratea exorrhiza* es la única que presenta individuos con 4 y 5 racimos de fruto en el mismo árbol, y junto a *Euterpe precatoria* ambas especies también son las únicas que poseen de 3 a 4 racimos de flores en un mismo individuo.

**Cuadro 12. Relación del número de individuos de palmeras con la categoría del número de racimos. Sn/cfl-cfr = sin nada de flor o fruto; 1 cfl = con 1 racimo de flor; 1 cfr = con 1 racimo de fruto; 2 cfl = con 2 racimos de flores; 2 cfr = con 2 racimos de frutos; 2 cfl/ 1 cfr = con 2 racimos de flores y 1 racimo de fruto; 1 cfl/(1-2-4) cfr = con 1 racimo de flores y con 1 hasta 4 racimos de frutos; (3-4) cfl = con 3 o 4 racimos de flores; 3 cfr = con 3 racimos de frutos; (4-5) cfr = con 4 o 5 racimos de frutos.**

Categorías del número de racimos	(3-4) cfl	(4-5) cfr	1 cfl	1 cfl/(1-2-4) cfr	1 cfr	2 cfl	2 cfl/ 1 cfr	2 cfr	3 cfr	sn/cfl-cfr	Sub total
Nombre científico											
<i>Euterpe precatoria</i>	1		14		5	5	1	5	3	89	123
<i>Oenocarpus bataua</i>			3	9	7	1		8		58	86
<i>Iriartea deltoidea</i>			2	1	4			2	1	49	59
<i>Socratea exorrhiza</i>	1	8	1	4	3		2	2	3	29	53
<i>Astrocaryum aculeatum</i>					1					25	26
<i>Astrocaryum murumuru</i>									1	10	11
<i>Attalea phalerata</i>										8	8
<i>Oenocarpus mapora</i>			1								1
<b>Total general</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>17</b>	<b>8</b>	<b>268</b>	<b>367</b>

## 4.5. Mapas

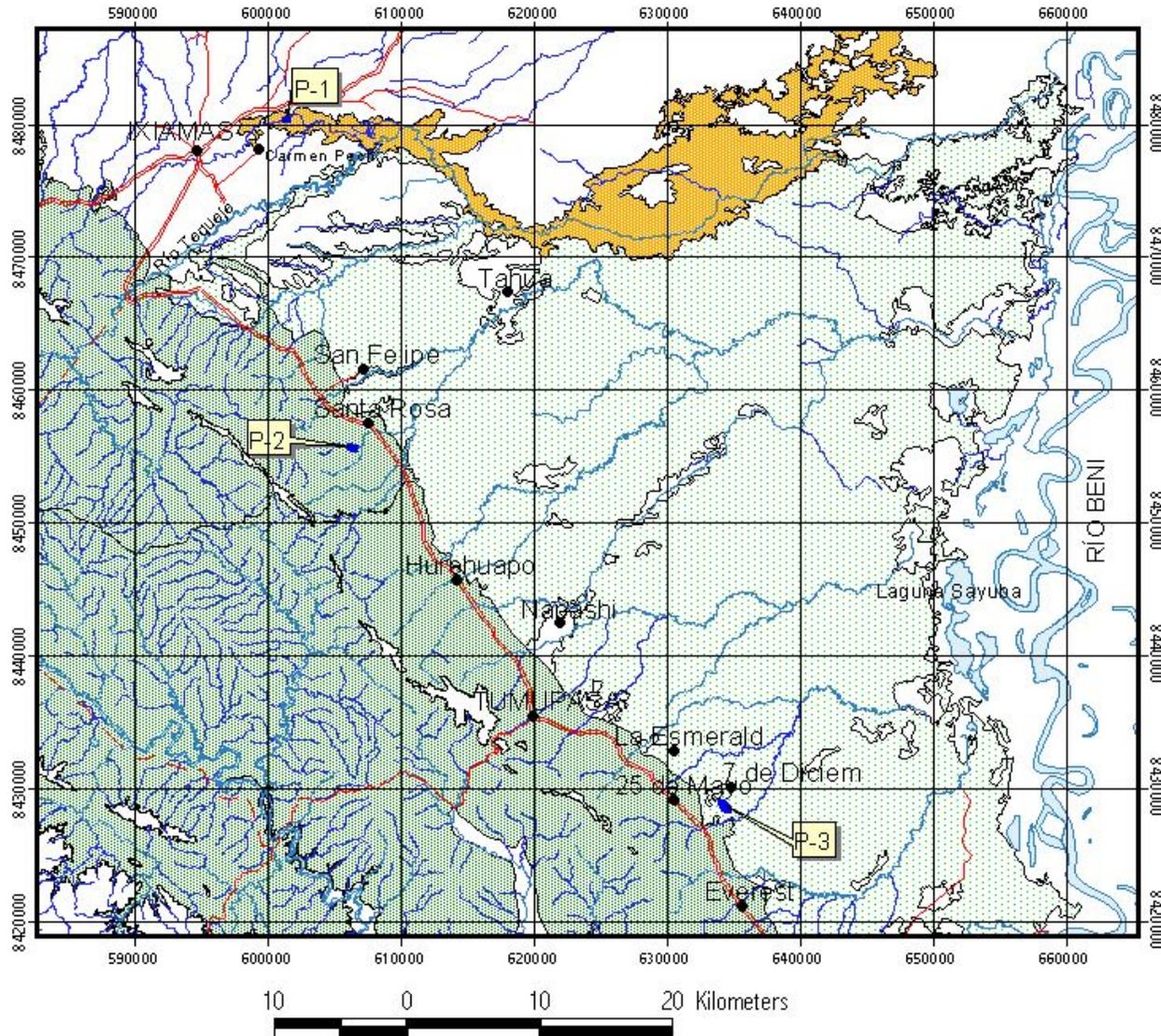
La región entre el Municipio de San Buenaventura y el Municipio de Ixiamas, que corresponde al área de influencia ubicada al norte del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi PN-ANMI Madidi, está conformada por el Bosque Muy Húmedo de Pie de Monte, el Bosque Húmedo de Llanura y una Sabana Húmeda Arbolada (Ribera, 1992). De las cuales se obtuvo 3 polígonos en donde se ubicaron las parcelas de estudio (Cuadro 13).

**Cuadro 13. Polígonos ubicados en cada formación vegetal, superficie en (ha) y las características que presentan.**

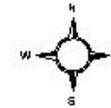
Nº Polígono	Tipo de bosque	Superficie (ha)	Características
1	Sabana húmeda arbolada	4,856	Se encuentra bordeado por el río Etaca en el noroeste, en una isla de bosque en cuyos alrededores presenta vegetación de sabana, el área se encuentra a unos 3,5 Km de distancia del centro poblado de Carmen Pecha.
2	B. muy húmedo de pie de monte	9,815	Esta área se encuentra bordeado por el arroyo Jatacuamadati y rodeado por elevados cerros, situado a 3.6 Km de la comunidad tacana de Santa Rosa de Maravilla.
3	B. húmedo de llanura	17,702	En sus proximidades se presentan áreas habilitadas para uso agrícola, el río más próximo desemboca en el río Sayuba. El área se encuentra a 2.5 Km aproximadamente de la comunidad indígena de 7 de Diciembre.

MAPA 2

DEPARTAMENTO DE LA PAZ Prov. ABEL ITURRALDE  
MUNICIPIOS DE IXIAMS Y SAN BUENAVENTURA



MAPA DE UBICACIÓN DE PARCELAS Y POLÍGONOS



Escala 1:400.000

- Lagos y lagunas
- Polígonos de palmeras
- Localidades
- Caminos**
  - Camino principal
  - Proyecto
  - Sendero
  - Vecinal
- Rios principales
- Riossec.shp
- Bosque Muy Húmedo de Pie de Monte
- Sabana Húmeda Arbolada
- Bosque Húmedo de llanura

Proyección UTM, Etapa 18 Sur al 1060, Datum WGS 84

## 5. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos en el estudio, pese a una constante presión antrópica, el área estudiada presenta todavía una elevada diversidad de las especies vegetales, aunque con una población numérica reducida, que son descritas en las siguientes conclusiones:

- De acuerdo a los conocimientos locales e instrumentos de georeferenciación, se ubicaron 3 polígonos, con una superficie de 4.9 ha en SHA, 9.8 ha en BMHPM y 17.7 ha en BHLL.
- Esta área de estudio contempla un total de 1057 individuos distribuidos en tres parcelas de 1 ha y en un rango altitudinal de 240 a 408 m. con un número de especies registradas de 94, pertenecientes a 42 familias.
- Las familias y especies más importantes, ecológicamente en el área de estudio son: Arecaceae y Moraceae, presentando también la mayor diversidad con 8 especies cada una, y *Pseudolmenia laevis*, *Oenocarpus bataua* y *Euterpe precatoria* entre las más importantes.
- Las especies que presentan una amplia distribución son: *Pseudolmenia laevis*, *Oenocarpus bataua*, *Euterpe precatoria*, *Terminalia oblonga*, *Socratea exorrhiza* y *Nectandra sp.*, ya que se encuentran en los tres tipos de bosque.
- El bosque de Sabana Húmeda Arbolada (SHA), presenta 52 especies y 30 familias, entre las más importantes Arecaceae, Annonaceae, Moraceae y Combretaceae, y entre las especies se encuentran *Terminalia oblonga*, *Ruizodendrom ovale*, *Ceiba pentandra* y *Xylopia ligustrifolia*. En el bosque muy húmedo de pie de monte (BMHPM) se registró 21 familias y 32 especies, las más importantes son: Arecaceae y Moraceae; *Pseudolmenia laevis* y *Oenocarpus bataua*. Para el bosque húmedo de llanura (BHLL), se obtuvo 34 familias y 56 especies, en donde la familia Arecaceae figura como dominante, otras importantes son: Moraceae, Bombacaceae y Cecropiaceae. *Euterpe precatoria* es la especie más importante ecológicamente seguida de *Iriartea deltoidea*, *Pseudolmenia laevis*, *Ceiba pentandra* y *Terminalia oblonga*.
- La diversidad en los bosques de SHA y el BHLL es relativamente alta, de acuerdo al Índice de Shannon-Wiener, con relación al BMHPM que contrariamente presenta una baja

diversidad, lo que sugiere que el tamaño de la parcela de muestreo es adecuado para estos tipos de bosque ubicados entre San Buenaventura e Ixiamas.

- De acuerdo a la estructura, los bosques de SHA y BHLL presentan características de un bosque maduro, en cambio el BMHPM no presenta árboles con áreas basales grandes significando un bosque con determinado grado de perturbación.

- El BMHPM puede considerarse como un bosque de transición ya que presenta algunos elementos del BHLL en su composición florística. Igualmente SHA presenta una composición florística parecida a los bosques de várzea de Pando y bosques inundables de Beni.

- La familia Arecaceae está representada en toda el área de estudio, por 6 géneros y 8 especies de palmeras, haciendo un total de 367 individuos que equivalen al 34.7% de la población de árboles con un  $Dap \geq 10$  cm. Estas especies son: *Euterpe precatoria*, *Oenocarpus bataua*, *Iriartea deltoidea*, *Socratea exorrhiza*, *Astrocaryum murumuru*, *Astrocaryum aculeatum*, *Attalea phalerata* y *Oenocarpus mapora*. Las especies *Euterpe precatoria* e *Iriartea deltoidea* presentaron una mayor importancia en el BHLL y SHA, y *Oenocarpus bataua* es relativamente dominante en el BMHPM, la especie de mayor distribución a nivel de todas las parcelas es *Socratea exorrhiza* y las especies típicas en altitudes bajas (BHLL y SHA) son *Astrocaryum murumuru* y *A. aculeata*.

- El 72% del total de individuos de palmeras no presentaban producción de racimos de flores o frutos, y el restante 28% se encontraban en producción. Así mismo *Euterpe precatoria*, *Oenocarpus bataua*, *Iriartea deltoidea* y *Socratea exorrhiza* mostraron tener la mayor cantidad de flores y frutos.

- Finalmente se concluye que el bosque muy húmedo de pie de monte (BMHPM) presentó una baja abundancia y diversidad de especies, hecho atribuido a una intervención forestal realizada en el área de muestreo, obteniendo de esta manera resultados negativos en la composición florística de este bosque.

## 6. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de composición florística de cada unidad vegetal tomando en cuenta árboles de diámetros menores a la altura del pecho (Dap)  $\geq 2.5$  cm.
- Realizar un estudio que evalúe el impacto que ocasionan las prácticas de extracción de recursos forestales, sobre los bosques naturales, a nivel de su composición florística.
- Realizar estudios de suelos en determinadas áreas, para ver la relación que existe con diferentes especies de palmeras o alguna en particular.
- Finalmente se recomienda establecer más parcelas temporales de muestreo, tanto en áreas protegidas como en áreas colonizadas.

## 7. BIBLIOGRAFIA

- ALDER, D. & SYNNOTT, T.J. 1992. Permanent sample plot techniques for mixed tropical forest. Oxford Forestry Institute. Oxford.
- ANDERSON, A; MAY, P. & BALICK, M. 1991. The subsidy from nature: palm forests, peasantry and development on an Amazon frontier. Ed. Columbia. New York. 233 p.
- ARAUJO, N. y IBISH, P. (eds.), 2000. Hacia un plan de conservación para el Bio-Corredor Amboró-Madidi. Multimedia Editorial FAN. Bolivia.
- ARROYO, L. 1995. Estructura y composición de una isla de bosque y un bosque de galería en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- BAEV, P.V. & PENEV, L.D. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia-Moscow, 57 pp.
- BALCAZAR, R.J. & MONTERO, J.C. 2002. Estructura y composición florística de los bosques en el sector de Pando – Informe II. Documento técnico. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia. 54 p.
- BALICK, M.J. 1982. Palmas neotropicales nuevas fuentes de aceites comestibles. *Interciencia*. 7 (1): 25–29.
- BALSLEV, H. 2002. Palmas austroecuatorianas. In: Aguirre Z. M, Madsen J.E., Cotton E. (eds). *Botánica austroecuatoriana. Estudios sobre los recursos vegetales en la provincia de El Oro, Loja y Zamora-Chinchipec*. ABYA-YALA. Quito. Ecuador. pp. 484.
- BALSLEV, H. & MORAES R, M. 1989. Sinopsis de las palmeras de Bolivia. *AAU Reports* 20: 1 107.

- BALSLEV, H; LUTEYN, J; OLLGAARD, B. & HOLA-NIELSEN, L.B. 1987. Composition and structure of adjacent unflooded and floodplain forest in Amazonian Ecuador. *Opera Botánica* 92: 37-57.
- BARRERA, S; GUERRA, JF; OSORIO, F; SARMIENTO, J y VILLALBA, L. 1994. Territorio Indígena Reserva de la Biosfera Pilon Lajas. Reconocimiento preliminar de fauna. Colección Boliviana de fauna, Instituto de Ecología, Veterinarios sin fronteras. La Paz, Bolivia.
- BASNET, K. 1992. Effect of topography on the pattern of trees in tabonuco (*Dacryodes exelsa*) dominated rain forest in the Puerto Rico. *Biotropica* 24: 31-32.
- BATES, D.M. 1988. Utilization pools: a framework for comparing and evaluating the economic importance of palms. *Adv. Econ. Bot.* 6: 56–64. ia.
- BAWA, K. & SEIDLER, R.1998. Natural forest management and conservation of biodiversity in tropical forests. *Conservation Biology* 12:46-55.
- BECK, S.G.; KILLEEN T.J. & GARCÍA, E. 1993. Vegetación. pp. 6–24. En: T.J. Killeen, S.G. Beck, & E. García (eds). *Guía de Arboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia & Missouri Botanical Garden, Editorial Quipus, La Paz.
- BECK, S.G.; GARCÍA, E. & ZENTENO. F.S. 2002. Flora del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi. En: WCS. Plan de Manejo del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi (Documento en CD rom). La Paz.
- BERG, C.C. 2001. Moreae, Artocarpeae, and *Dorstenia* (Moraceae) with introductions to the family and *Ficus* and with additions and corrections to Flora Neotropica monograph 7. *Flora Neotropica* 83: 1- 346.
- BOLFOR; PROMABOSQUE, 1999. Guía para la Instalación y Evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Ed. El País. Santa Cruz, Bolivia. 50 p.
- BOOM, B. 1987. A forest inventory in Amazonian Bolivia. *Biotropica* 18: 287-294.

- BORCHSENIUS, F. & Moraes R, M. 2006. Diversidad y uso de palmeras andinas (Arecaceae). Revista Botánica Económica de los Andes Centrales, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 412-433.
- BROCKMANN, C. 1978. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra, Bolivia: Memoria explicativa – Servicio Sensores Remotos 2, GEOBOL, La Paz-Bolivia, 116 p., 1 mapa.
- CABRERA C, W. H. 2004. Composición florística y estructura de la vegetación de un bosque montano húmedo en la región central del Área Natural de Manejo Integrado Madidi. Tesis de grado para optar al título de Licenciado en Biología, Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 72 p.
- CARE Bolivia, 1998. Inventario participativo étnico/colono de recursos biológicos no maderables (plantas y animales silvestres) utilizables en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Madidi. Documento Técnico. Proyecto Madidi PN37. La Paz, Bolivia. 60 p.
- CHIOVOLONI; MORENO. 1996. caracterización y Evaluación de las Estrategias de Manejo de Recursos Naturales del Pueblo Tacana., Proyecto Piloto para el Desarrollo Sostenible del Pueblo Tacana de la "Provincia Iturrealde, Departamento de La Paz, Bolivia. PNUD/SAE. La Paz, Bolivia. 163 p.
- CIPTA; WCS/BOLIVIA. 2002. Estrategia de desarrollo sostenible de la TCO-Tacana en base en el manejo de los recursos naturales 2001 – 2005. Ed. Talleres gráficos Hisbol srl. La Paz, Bolivia. 112 p.
- DAVIS, S.D.; HEYWOOD, V.H.; HERRERA-MACBRYDE, O; VILLA-LOBOS, J. & HAMILTON, A.C. 1997. Centres of Plant Diversity, A guide and strategy for their conservation. The Americas. The World Wild Fund for Nature (WWF) & UICN – The World Conservation Union. Oxford.
- DE MELO, A.S. & VOTO, B.J. 1996. Programa regional de promoción de la producción sostenible y utilización de frutas y hortalizas amazónicas. Tratado de Cooperación Amazónica. Lima. 268 p.

- DEWALT, S.J.; BOURDY, G.L.; CHAVEZ DE MICHEL & QUENEVO, C. 1999. Ethnobotany of the Tacana: Quantitative Inventories of two permanent plots of Northwestern Bolivia. *Economic Botany* 53(3): 237-260.
- DINERSTEIN, E.D.; OLSON, M; GRAHAM, D.J.; WEBSTER, A.L.; RIM, A.A.; BOOKBINDER, M.P. & LEDEC, G. 1995. A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean. World Wildlife Fund-The Old Bank, Washington D.C.
- DUIVENVOORDEN, J.F.; BALSLEV, H; CAVELIER, J; GRANDEZ, C; TUOMISTO H. & VALENCIA R. (eds.). 2001. Evaluación de recursos vegetales no maderables en la Amazonía Cavelier, C. Grandez, H. Tuomisto & R. Valencia (eds.). Evaluación de Recursos Vegetales no Maderables en la Amazonía Noroccidental. IBED. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.
- DIRZO, R. AND MIRANDA, A. 1990. Contemporary Neotropical defaunation and forest structure, function, and diversity- sequel to Jhon Terborgh. *Conservation Biology* 4: 444-447.
- DURÁN, R. & FRANCO, M. 1992. Estudio demográfico de *Pseudophoenix sargentii*. *Bull. de l'Institut Français d'Etudes Andines* 21(2): 609-621.
- ERGUETA, P. & GÓMEZ, H. 1997. Directorio de Áreas Protegidas de Bolivia. Centro de Datos para la Conservación (CDC). La Paz, Bolivia.
- FAO. 1993. The Challenge of Sustainable Forest Management. What Future for the World's Forests FAO, Roma. 128 p.
- FLORES, J.; BATTE, C. & DAPARA, J. 2000. Caracterización de la vegetación del río Undumo y su importancia para la conservación de la fauna silvestre. Informe preparado para WCS: 24 p.
- FLORES, J.G.; BATTE, C. & DAPARA, J. 2002. Caracterización de la vegetación del río Undumo y su importancia para la conservación de la fauna silvestre. *Ecología en Bolivia* 37(1): 23-48.

- FOSTER, R. 1991. Plants communities of Alto Madidi, Bajo Tuichi, and the foothill ridges. pp. 15–19. En: T.A. Parker III & B. Bailey (eds). A biological assessment of the Alto Madidi Region. RAP Working Papers 1, Conservation International, Washington, D.C.
- FRAHM, J.P. & GRADSTEIN, S.R. 1991. An altitudinal zonation of tropical rain forest using bryophytes. *Journal of Biogeography* 18: 669-678.
- FREDERICKSEN, T. 2000. Aprovechamiento forestal y conservación de los bosques tropicales en Bolivia. Documento técnico, Proyecto BOLFOR, Santa Cruz Bolivia.
- FUENTES, A. 2005. Una introducción a la vegetación de la region de Madidi. *Revista Ecología en Bolivia*, Vol. 40(3): 1-31, Ed. Instituto de Ecología, La Paz, Bolivia. 31 p.
- GARCÍA, E. (ed.) 2000. Potencialidades ecoturísticas del PN-ANMI Madidi. Resultados del trabajo de campo del grupo de Conservación en la Maestría en Ecología y Conservación. Instituto de Ecología-Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Documento no publicado.
- GERMAN, B. 1990. Protecting the tropical forests: A high-priority international task. Segundo informe de la Enquete Commission "Preventive Measures to protect the earth's atmosphere" del XI German Bundestag. Bonn.
- GENTRY, A.H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Biology* 15:1-84.
- \_\_\_\_\_. 1991. Phytogeography of Alto Madidi, Bajo Tuichi, and the Foothill Ridges. En: Conservation International-RAP. A Biological Assessment of the Alto Madidi Region and adjacent areas of Northwest Bolivia May 18-June 15, 1990.
- \_\_\_\_\_. 2001. Patrones de diversidad y composición florística de los bosques de las montañas neotropicales En: KAPPELLE M. & A. D.BROWN (eds.). *Bosques Nublados del Neotrópico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Costa Rica.

- GENTRY, A. & ORTIZ, R. 1993. Patrones de composición florística en la Amazonía Peruana. En: R. KALLIOLA, M. PUHAKKA & W. DANJOY (eds.). Amazonía Peruana- Vegetación húmeda tropical en el llano subandino.
- GIRALDO –CAÑAS, D. 1995. Estructura y composición de un bosque secundario fragmentado en la cordillera Central. Colombia. En: S. CHURCHILL, H. BALSLEY, E. FORERO & J. LUTEYN (eds.). Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. The New York Botanical Garden, New York Forest. Henderson, A. 1995. The palms of the Amazon. Oxford University Press, Nueva York. 351p.
- GOVAERTS, J. & DRANSFIELD, J. 2005. World checklist of palms. The Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew. 223 p.
- HANAGARTH, W. 1993. Acerca de la geología de las sabanas del Beni en el noroeste de Bolivia. Instituto de Ecología. La Paz, Bolivia. 186 p.
- HENDERSON, A.J.; GALEANO, G. & BERNAL, R. 1995. Field guide to the palms of the Americas. Princeton University Press, Nueva Jersey. 352 p.
- HOLDRIDGE, L. 1971. Forest Environments in tropical life zones, a pilot study. Ergamon Press, Oxford.
- JOHNS, A.G. 1997. Timber Production and Biodiversity Conservation in Tropical Rain Forests. Cambridge University Press, United Kingdom, 225 p.
- JØRGENSEN, P.M. 2000. Botanical Inventory of the Madidi Region Bolivia. Missouri Botanical Garden (MO) St. Louis, Missouri. (No publicado).
- JUSTINIANO, M.J.; PEÑA-CLAROS, M; TOLEDO, M; JORDÁN, C; VARGAS, I; GUTIÉRREZ, M; MONTERO, J.C. 2003. "Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia – Volumen II". Ed. El País. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- KAHN, F. 1988. Ecology of economically important palms in Peruvian Amazonia. *Advances in Economic Botany* 6: 42–49.
- KIEW, R. 1989. Utilization of palms in peninsular Malaysia. *Malayan Naturalist* 43(1-2): 43-67.

- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos: Instituto de Silvicultura de la Universidad de Gottingen. Cooperación Técnica – República Federal de Alemania. Trad. Carrillo A. Eschborn.
- LEIGH, E. & EGBERT, G. 1990. Introducción: ¿Porqué hay tantos tipos de árboles tropicales? En: E. LEIGH, S. RAND & D. WINDSOR (eds.). Ecología de un bosque tropical, ciclos estacionales y cambios a largo plazo. Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa, República de Panamá.
- MATTEUCCI, S. & COLMA, A. 1982. Metodologías para el estudio de las especies vegetales. Secretaría general de la organización de los estados americanos. Washington, DC. Pp. 21.
- MAGURRAN, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 p.
- MARSHALL, E; SCHRECKENBERG, K. y NEWTON, A.C. (Eds). 2006. Comercialización de Productos Forestales No Maderables: Factores que Influyen en el Éxito. Conclusiones del Estudio de México y Bolivia e Implicancias Políticas para los Tomadores de Decisión. Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación del PNUMA, Cambridge, Reino Unido.
- MDSMA, 1995. Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos filogenéticos (Leipzig, 1996), La Paz, Bolivia.
- MIRANDA, V; CÓRDOVA, J. & QUISBERTH, M. (eds). 1994. Mapa de provincias fisiográficas de Bolivia (1:1.000.000) y memoria explicativa. Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (Alemania) & Servicio Geológico de Bolivia, La Paz. 77 p.
- MONTAMBAULT, J.R. (ed.). 2002. Informes de las evaluaciones biológicas de Pampas del Heath, Perú, Alto Madidi, Bolivia, y Pando, Bolivia. Conservation International. Washington, DC. 124 p.
- MONTES DE OCA, I. 1997. Geografía y recursos naturales de Bolivia. 3ª edición. Ed. EDOBOL. La Paz, Bolivia. 290 p.

MORAES R, M. 1989. Ecología y formas de vida de 13: 33-45.

\_\_\_\_\_. 1996a. Bases para el manejo sostenible de las palmeras nativas de Bolivia. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Dirección Nacional de Conservación de la Biodiversidad - Tratado de Cooperación Amazónica, La Paz. 89 p.

\_\_\_\_\_. 1996b. Palmeras de Bolivia: distribución y taxonomía. Ecología en Bolivia 27: 55–87.

\_\_\_\_\_. 2004. Flora de palmeras de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Plural Editores, La Paz. 262 p.

MORAES R, M; SARMIENTO, J. & OVIEDO. E. 1995. Richness and uses in a diverse palm site in Bolivia. Biodiversity and Conservation 4: 719-127.

MORENO, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, Vol 1. Zaragoza, 84 p.

MOSTACEDO, B. & FREDERICKSEN, T.S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS). Santa Cruz, Bolivia. 87 p.

MUELLER, R; BECK, S.G. & LARA. R. 2002. Vegetación potencial de los bosques de Yungas en Bolivia, basada en datos climáticos. Ecología en Bolivia, 37: 5-14.

NAVARRO, G. 2002. Vegetación y unidades biogeográficas. Pp. 1–500. En: G. NAVARRO & M. MALDONADO (eds). Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes Acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño–Departamento de Difusión, Cochabamba.

NAVARRO, G; FERREIRA, W; ANTEZANA, C; ARRÁZOLA S. Y VARGAS. R. 2004. Bio-Corredor Amboró Madidi, Zonificación Ecológica. CISTEL/WWF. Publicación en asociación con CISTEL/WWF/Ed. FAN. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

- NOBLE I. R. & DIRZO R. 1997. Forest as a human-dominated ecosystems. *Science* 277: 522-525.
- OCAMPO, R. 1999. Introducción de los Productos Forestales No Maderables dentro del Plan de Manejo Forestal Comercial Indígena. Santa Cruz-Cobija, Bolivia.
- OCAMPO D, A. (S.f.). Las Palmas, una Estrategia de Vida Tropical. Agroforestería para la producción animal en Latinoamérica. Colombia. 61-75.
- OLMSTED, I. & E. ALVAREZ-BUYLLA. 1995. Sustainable harvesting of tropical trees: demography and matrix models of two palm species in Mexico. *Ecological Applications* 5(2): 484–500.
- ORELLANA, M.R. & SANJINÉS, A. 2001. Caracterización de la vegetación de las regiones de Candelaria y Alto Madidi en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz – Bolivia). Informe final de Consultoría para el Proyecto BIRD (Biodiversidad y Desarrollo Regional). Conservación Internacional – Herbario Nacional de Bolivia.
- PANIAGUA, N. 2001. Guía ilustrada de plantas leñosas útiles de la comunidad San José de Uchupiamonas. FUND-ECO, LIDEMA, Herbario Nacional de Bolivia.
- PANIAGUA, N. 2005. Diversidad, densidad, distribución y uso de las palmas en la región del Madidi, noreste del departamento de La Paz (Bolivia). *Ecología en Bolivia*, Vol. 40(3): 265-280.
- PAREJA, J.C.; VARGAS, R; SUÁREZ, R; BALLÓN; CARRASCO & VILLARROEL, C.1978. Mapa ecológico de Bolivia, Memoria Explicativa. Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, Servicio Geológico de Bolivia. La Paz – Bolivia. 27 p.
- PARKER, A. & BAILEY, B. 1991. A biological assessment of the Alto Madidi region and adjacent areas of NW-Bolivia. RAP Working papers. RAP-Conservation International, Washigton DC. 108 p.
- PEET, R.K. 1974. The measurement of species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 5: 285-307.

- PEÑA, M., 1996. Ecology and socioeconomics of palm heart extraction from wild populations of *Euterpe precatoria* Mart. in eastern Bolivia. M.S. Thesis, University of Florida. Gainesville, Fl.
- PETERS, C.M., BALICK, M.J. KAHN, F. & ANDERSON, A.B. 1989. Oligarchic forest of economic plants in Amazonia: utilization and conservation of an important tropical resource. *Conservation Biology* 3: 341-349.
- QUENEVO, C ; BOURDY, G. & GIMENEZ, A. 1999. Tacana: Conozcan nuestro árboles, nuestras hierbas. Universidad Mayor de San Andrés-Consejo Indígena de Pueblos Tacanas (CIPTA)-IRD-FONAMA-EIA Ed, La Paz. 330 p.
- QUISBERT, J. 2004. Composición y estructura florística de los bosques de tierra firme en dos sitios del Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz-Bolivia. Tesis de grado para optar al título de Licenciado en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 64 p.
- REDFORD, K.H. 1992. The empty forest. *BioScience* 42:412-22.
- RAMÍREZ, J.C. CAHUAYA, J. MARISCAL. 2005. Guía Metodológica de Parcelas Permanentes de Muestreo PPM`S. Monitoreo y cuantificación de la captura de dióxido de carbono en las parcelas de muestreo establecidas en áreas forestales, en el bosque húmedo amazónico de Pando y Beni Ministerio de Desarrollo Sostenible. La Paz-Bolivia. 50 p.
- REMSEN, J.V. & PARKER, T.A. 1995. Bolivia has the opportunity to create the planet's richest park for territorial biota. *Bird-Conservation International* 5:181-199.
- RIBERA, M.O. 1992. Regiones Ecológicas Capítulo II:9-71. En Marconi, M (De). *Conservación de la Diversidad Biológica en Bolivia*. CDC USAID. La Paz, Bolivia. 443 p.
- RIBERA, M.O.; LIBERMAN, M; BECK, S. & MORAES, M. (1996). *Vegetación de Bolivia*. En: K. MIHOTEK. 1996. *Comunidades, Territorios indígenas y Biodiversidad en Bolivia*. U.A.G.R.M., CIMAR. Santa Cruz-Bolivia.

- ROMERO-SALTOS, H.; VALENCIA, R. & MACIAS, M.J. 2001. Patrones de diversidad y rareza de plantas leñosas en el Parque Nacional Yasuni y la Reserva Étnica Huaorani, Amazonia Ecuatoriana. En: DUIVENVOORDEN, J. F. H. BALSLEV, J. CAVELIER, C. GRANDEZ, H. TUOMISTO, R. VALENCIA. 2001. Evaluacion de recursos no maderables en la Amazonia noroccidental. IBED, Universiteit van Ámsterdam, Holanda.
- SALDÍAS, M. 1991. Inventario de árboles en el bosque alto del Jardín Botánico de Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 17:31-46.
- SALDÍAS, M; JONSON, J; LAWRENCE, A; QUEVEDO, R. & GARCÍA, B. (S.f.). Guía para uso de árboles en sistemas agroforestales para Santa Cruz, Bolivia. Centro de investigación agrícola tropical. Bolivia. 98 p.
- SANJINÉS, A. 2005. The palm community in a terra firme tropical rain forest in the bolivian amazon and factors structuring its beta diversity. Ms. C. Thesis. Dep. Systematic Botany, Unversity of Aarhus. Denmark. 43 p.
- 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, 2000. Información técnica del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación (MDSP) La Paz, Bolivia.
- SERNAP, 2004. Guía práctica de procedimientos por infracciones administrativas en áreas protegidas. Reglamento general de áreas protegidas base legal de 21 áreas protegidas de Bolivia: Las experiencias de un Guarda parque y su loro. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. La Paz, Bolivia. 78 p.
- SMITH, D.N. & KILLEEN, T.J. 1995. A comparison of the structure and composition of montane and lowland tropical forest in the serranía Pílon Lajas, Beni, Bolivia. p. 681-700. En: F. DALLMAIER & J.A. COMISKEY (eds.). *Forest Biodiversity in North, Central and South America, and the Caribbean*. MAB series, UNESCO, Vol. 21, París.

- SMITH, F.D.M.; MAY, R.M.; PELLEW, R; JONSON, T.H. AND WALTER, K.R. 1993. How much do we know about the current extinction rate? TREE 8: 375-378.
- SNAP. 2001. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. Servicio Nacional de Areas Protegidas. 2ª Edición. Plural editores. La Paz-Bolivia. 200 p.
- SUAREZ, R. 2000. Compendio de Geología de Bolivia. Revista Técnica de YPFB 18 (1-2). YPFB-SERGEOMIN. Cochabamba. 214 p.
- SUAREZ, R. (coordinador). 2001. Mapa geológico de Bolivia. Servicio Nacional de Geología y Minería & Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, La Paz.
- SUAREZ, R. & DÍAZ MARTÍNEZ, E. 1996. Léxico Estratégico de Bolivia. Revista Técnica de Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos. 17 (1-2). Cochabamba-Bolivia.
- Superintendencia forestal, 1999. Informe Anual. Santa Cruz, Bolivia, 121 p.
- VARGAS, I.G. 1996. Estructura y composición de cuatro sitios en el "Parque Nacional Amboró", Santa Cruz. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma "Gabriel René Moreno", Facultad de Ciencias Agrícolas, Carrera de Ingeniería Agronómica, Santa Cruz. 78 p.
- VASQUEZ, R. & COIMBRA, G. 2002. Frutos silvestres comestibles de Santa Cruz. Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz. 265 p.
- VORMISTO, J. 2002. Palms as rainforest resources: how evenly are they distributed in Peruvian Amazonia? Biodiversity and Conservation 11: 1025–1045.