

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA EN DOS RANGOS
ALTITUDINALES DEL BOSQUE DE CEJA DE MONTE EN YUNGAS,
SECTOR KEARA, PARQUE NACIONAL MADIDI-BOLIVIA**

JHONNY GUTIERREZ MARAZ

LA PAZ – BOLIVIA

2011

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA FLORÍSTICA EN DOS RANGOS
ALTITUDINALES DEL BOSQUE DE CEJA DE MONTE EN YUNGAS, SECTOR
KEARA, PARQUE NACIONAL MADIDI-BOLIVIA**

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

Ingeniero agrónomo

JHONNY GUTIERREZ MARAZ

ASESOR:

Ing. For. Luis Goitia Arze

Ing. For. Alejandro Araujo Murakami

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ph. D. Abul Kalam Kurban

Ing. M. Sc. Ángel Pastrana Albis

Ing. M. Sc. Hugo Bosque Sánchez

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

Dedicatoria

A mis padres Rílma Maraz y Raúl Mamani

A mis queridos hermanos David, Claudia, Juan Carlos, Harold, Jasan que siempre están pendientes de mí y que me apoyan en las buenas y en las malas.

A mis dos angelitos Alejandro y Éricka que los quiero mucho a María Teresa por ofrecerme su amistad, cariño y su amor, a la familia Plata (Dña. Claudina, Dn. Benancio, Wensis, Rosmery, Ericka, Juan Carlos y Claudia).

Agradecimientos

Al Parque Nacional Madidi y a la comunidad Keera por permitir la realización de la presente tesis.

Al Proyecto "Inventario Florístico de la Región Madidi" del Herbario Nacional de Bolivia (LPB) y el Missouri Botanical Garden (MO), por el apoyo económico, sin el cual este trabajo no hubiera sido posible.

De manera especial a Dr. Peter Jørgensen, Lic. Alfredo Fuentes, Lic. Tatiana Miranda por la colaboración en las identificaciones de las especies, compartir sus experiencias científicas en las expediciones dentro del parque, y ser parte del proyecto.

A la Ing. Leslie Cayola Pérez, y al Ing. For. Luis Goitia Arze de compartir sus conocimientos y dar sugerencias para el desarrollo de esta investigación.

A mis amigos (a) Ing. For. Alejandro Araujo-Murakami, Lic. Javier Quispe, Lic. Isabel Loza, Maritsa Cornejo y la Lc. Ana Antezanapor por el constante apoyo, paciencia y compartimiento de su experiencia.

A los guías René Canazas, Rufino Arenas, René Parí y Domingo Quispe, por compartir su amistad y su experiencia en las expediciones de estos bosques de ceja de monte.

A mis amigos (a), Laura Moya, Fernando Sánchez, Pilar Paço y Martha Villalobos por su amistad y por compartir la experiencia en las diferentes expediciones que se realizó dentro del Parque.

A los Tesistas del Proyecto Madidi, Arturo, Eber, Serena, Pablo, Pricila y Daniel al personal del Herbario Nacional. Edgar, Rosi, Gise, Yeraldi, Dr. Moraes, Lic. Zeballos, Don Carlos y Lic. Zen

A la facultad de agronomía a los Docentes y amigos (a) por la experiencia, el conocimiento y la amistad. Por la formación que me dio durante todo este periodo de formación universitaria.

A los miembros del tribunal revisor PhD. Abul Kalam, MSc. Ángel Pastrana, e Ing MSc. Hugo Bosque por las sugerencias y recomendaciones en la redacción final del documento.

A todos ellos que Dios les bendiga y MUCHAS GRACIAS...

INDICE GENERAL	i
INDICE DE FIGURAS	v
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FOTOGRAFIAS	ix
INDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii

CONTENIDO GENERAL

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	1
2.- OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivo especifico	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. Bosques montanos neotropicales.....	4
3.2. Bosques montanos en Bolivia.....	5
3.2.1. Bosques de los Yungas en Bolivia.....	6
3.2.2. Bosque Yungueño de la ceja de monte.....	8
3.6. Importancia de los bosques de ceja de monte	10
3.7. Estudio de la vegetación.....	10
3.8. El método de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM).....	11
3.9. Composición y estructura florística.....	11

3.10. Composición florística y estructura de los bosques montanos.....	12
3.9.1. Diversidad florística.....	13
4. LOCALIZACION	14
4.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio.....	14
4.2. Características climáticas.....	16
4.3. Vegetación.....	17
4.4. Suelos.....	18
5. MATERIALES Y METODOS.....	19
5.1. Materiales.....	19
5.1.1. De campo.....	19
5.1.2. De gabinete.....	19
5.2. Métodos.....	20
5.2.1. Diseño del muestreo.....	20
5.2.1.1. Muestreo al azar estratificado	20
5.2.2. Selección del sitio de estudio.....	20
5.2.3. Diseño e Instalación de la Parcela Permanente de Muestreo.....	21
5.2.4. Toma de datos y caracterización de la PPM	23
5.2.5. Colección de los especímenes.....	29
5.2.6. Identificación taxonómica.....	30
5.2.7. Muestreo de suelos.....	31
5.2.8. Evaluación de la composición florística.....	33
5.2.8.1. Abundancia.....	33
5.2.8.2. Frecuencia.....	33

5.2.8.3. Dominancia.....	34
5.2.9. Evaluación de Importancia Ecológica	35
5.2.9.1. Índice de Valor de Importancia por especie (IVI)	35
5.2.9.2. Índice de Valor de Importancia por Familia (IVIF)	36
5.2.10. Evaluación de la estructura florística.....	36
5.2.10.1. Estructura horizontal.....	37
5.2.10.2. Estructura Vertical.....	37
5.2.11. Cuantificación de la diversidad y similitud	37
5.2.11.1. Curva área – especie.....	37
5.2.11.2. Índice de diversidad Shannon – Wiener.....	37
5.2.11.3. Índice de similitud Sørensen.....	38
6. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	39
6.1.1. Curva área – Especie.....	39
6.2. Composición florística.....	41
6.2.1. Abundancia por familias	41
6.2.2. Abundancia por especies.....	44
6.2.3. Dominancia por familia.....	47
6.2.4. Dominancia por especies.....	50
6.2.5. Frecuencia por familias.....	53
6.2.6. Frecuencia por especie.....	55
6.2.7. Valor Importancia por familia.....	59
6.2.8. Valor de Importancia por especie.....	61
6.2.9. Diversidad florística y variables dasonométricas.....	63

6.2.9. Similitud florística	67
6.2.10. Índice de diversidad de Shannon – Wiener	69
6.3. Estructura de la vegetación.....	71
6.3.1. Distribución de las especies.....	71
6.3.2. Estructura horizontal.....	72
6.3.3. Estructura vertical.....	77
6.4. Variables ecológicas.....	83
6.4.1. Posición de copa.....	83
6.4.2. Forma de copa.....	85
6.4.3. Infestación de lianas.....	87
7. CONCLUSIONES.....	90
8. RECOMENDACIONES.....	92
9. BIBLIOGRAFÍA.....	93

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Equivalentes aproximados de bosques montanos en Bolivia.....	6
Figura 2. Navarro & Maldonado (2005), realizaron un perfil fito-topográfico de las diferentes clases altitudinales (pisos de vegetación)	8
Figura 3. Mapa de ubicación en la Región del Madidi.....	14
Figura 4. Diagrama climático para el sector de Keara.....	17
Figura 5. Esquema de la instalación de las dos PPMs.....	22
Figura 6. Métodos para medir el (Dap).....	24
Figura 7. Categorías de posición de copa.....	26
Figura 8. Categorías de formas de copa.....	27
Figura 9. Grado de infestación de lianas y bejucos.....	28
Figura 10. Clasificación de formaciones boscosas heterogéneas y/o homogéneas.....	34
Figura 11. Relación área-especies en ambas parcelas en estudio.....	39
Figura 12: Las 10 familias más abundantes en las dos PPMs.....	41
Figura 13. Las 10 especies más abundantes en las parcelas permanentes (PPM-1 y PPM-2) del bosque de ceja de monte de Yungas sector Keara.....	45
Figura 14. Las 10 familias más dominantes en las parcelas permanentes.....	47
Figura 15. Las 10 especies más dominantes en las parcelas permanentes (PPM-1 y PPM-2).....	50
Figura 16. Las 10 familias más frecuentes en las parcelas permanentes (PPM-1 y PPM-2) del bosque de ceja de monte en Yungas sector <i>Keara</i>	53
Figura 17. Especies más frecuentes en las parcelas permanentes (PPM-1 y PPM-2) del bosque de ceja de monte en Yungas.....	55
Figura 18. Distribución de las especies más importantes en la PPM – 1.....	56
Figura 19. Distribución de las especies más importantes en la PPM – 2.....	57

Figura 20. Representación porcentual del Índice de Valor de Importancia de las 10 familias más importantes de ambas parcelas (PPM-1 y PPM-2).....	59
Figura 21. Representación porcentual del Índice de Valor de Importancia por especies en las (PPM-1 y PPM-2).....	61
Figura 22. Distribución ecológica de todas las especies registradas en la PPM-1.....	71
Figura 23. Distribución ecológica de todas las especies registradas en la PPM-2.....	72
Figura 24. Distribución de clases diamétricas de las dos parcelas.....	73
Figura 25. Relación de altura y diámetro sobre DAP \geq 10 cm de la PPM-1.....	74
Figura 26. Relación de altura y diámetro sobre DAP \geq 10 cm de la	76
Figura 27. Comparación de la distribución de clases diamétricas en diferentes altitudes en PPMs del (Proyecto Madidi) i.....	77
Figura 28. Relación de altura total y altura de fuste de la PPM-1.....	79
Figura 29. Relación de altura total y altura de fuste de la PPM-2.....	80
Figura 30. Distribución por clases altimétricas de las dos PPMs.....	81
Figura 31. Comparación de clases altimétricas en diferentes altitudes en PPMs (Proyecto Madidi) dentro del Parque Nacional Madidi.....	82
Figura 32. Posición de copa vs. número de individuos de las dos parcelas	83
Figura 33. Comparación de posición de copa en diferentes altitudes en PPMs (Proyecto Madidi) dentro del Parque Nacional Madidi.....	84
Figura 34. Tipos de forma de copa vs. número de individuos de las dos parcelas.....	85
Figura 35. Comparación de posición de copa en diferentes altitudes en PPMs (Proyecto Madidi) dentro del Parque Nacional Madidi.....	86
Figura 36. Grado de infestación de lianas en las dos parcelas.....	88
Figura 37. Comparación de infestación de lianas en diferentes altitudes en parcelas permanentes (Proyecto Madidi) dentro del Parque Nacional Madidi.....	89

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación de las Parcelas Permanentes instaladas.....	15
Cuadro 2. Resultados de seis muestras de suelos del bosque de ceja de monte en la Región Madidi (Keara–Chaquimayu).....	32
Cuadro 3. Comparación de la abundancia por familias con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.....	43
Cuadro 4. Comparación de la abundancia por especies con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.....	46
Cuadro 5. Comparación de la Dominancia por familia con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.....	49
Cuadro 6. Comparación de la Dominancia por especie con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.....	52
Cuadro 7. Comparación de las familias más Frecuentes en otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.....	54
Cuadro 8. Comparación de las especies más frecuentes, en otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.....	58
Cuadro 9. Comparación del Valor Importancia por familia con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.....	60
Cuadro 10. Comparación del Valor Importancia por especie con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.	62
Cuadro 11. Características generales, de la diversidad y variables ecológicas en ambas parcelas permanentes del bosque de ceja de monte en Yungas sector Keara.....	63
Cuadro 12. Comparaciones del número de familias, genero, especie e individuos DAP \geq 10 cm encontradas en las dos PPMs del presente estudio comparadas con otros estudios dentro del Parque Nacional Madidi.....	64
Cuadro 13. Comparando la Similitud de especies en las dos parcelas.....	67
Cuadro 14. Comparación de la diversidad de Shanon-Wiener con otros estudios realizados dentro de los bosques montanos pluvial de la Región del Madidi.....	69

Cuadro 15. Riqueza de especies y estructura horizontal de la PPM-1 de acuerdo a clases diamétricas.....	73
Cuadro 16. Riqueza de especies y estructura horizontal de la PPM-2 de acuerdo a clases diamétricas.....	75
Cuadro 17. Riqueza de especies en relación a la estructura vertical en la PPM-1.....	78
Cuadro 18. Riqueza de especies en relación a la estructura vertical de la PPM-2.....	80

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1. Bosques de ceja de monte dentro del Parque Nacional Madidi.	9
Fotografía 2. A Camino de herradura (senda incaica) B Instalación del campamento.....	15
Fotografía 3. Área de investigación A y B instalación aproximado de las parcelas permanentes (2.861 y 3.116 m).....	16
Fotografía 4. Precipitaciones constantes en el sitio de estudio.....	17
Fotografía 5. A toma de datos con la brújula. B jalón puesto en los puntos principales de cada subparcela.....	21
Fotografía 6. Tubo de PVC de ½” de diámetro y 50 cm de largo instalado en los puntos de cada subparcela.....	23
Fotografía 7. A registros de los individuos leñosos con Dap mayor o igual a 10 cm. (árboles, lianas, helechos arbóreos). B mediciones con cinta diamétrica a 1,3 m del suelo y el clavado de la placa. C placa de aluminio (6 x 2 cm) numerada correlativamente a cada individuo.....	24
Fotografía 8. Herborización de las especies utilizando periódico por ser un buen absorbente de humedad y cartones.....	29
Fotografía 9. A Retiro de la capa orgánica. B extracción de la muestra de suelo.....	31
Figura 10. Clasificación de formaciones boscosas heterogéneas y/o homogéneas.....	34

INDICE ANEXO

Anexo 1: Planilla de campo para la toma de datos en la PPM.....	113
Anexo 2: Lista de especies registradas en la parcela permanente de muestreo en el sector Chaquimayu I. Análisis del Índice de valor de importancia por especies (IVI) e Índice de valor de importancia por familia (IVIF).....	114
Anexo 3: Lista de especies registradas en la parcela permanente de muestreo en el sector Chaquimayu II. Análisis del Índice de valor de importancia por especies (IVI) e Índice de valor de importancia por familia (IVIF).....	117

RESUMEN

El presente estudio considero el análisis de la composición florística de un bosque de ceja de monte en el sector Keara, cercano a la comunidad del mismo nombre. Dentro del Parque Nacional Madidi en el Municipio de Pelechuco de la provincia Franz Tamayo, del departamento de La Paz.

Se instalaron dos Parcelas Permanentes de Muestro (PPMs) de 1 ha, la primera a una altitud de 2.861 m y la segunda a 3.116 m. En ellas se registraron todas las especies leñosas con un Diámetro Altura Pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm. Se coleccionaron cuatro y ocho duplicados para individuos estériles y fértiles respectivamente.

En la parcela permanente instalada a 2.861 m de altitud se registró 833 individuos, distribuidos en 17 familias, 18 géneros y 30 especies, un área basal de 22,7 m²/ha y un índice de diversidad de 2,6 (Shannon–Wiener). Las familias de mayor importancia ecológica fueron: Myrsinaceae (15,7%), Cunoniaceae (14,6%), Rosaceae (11,2%), Clusiaceae (8,8%), Theaceae (8,3%), Lauraceae (7,7%) y Clethraceae (6,3%). Entre las especies con mayor importancia ecológica encontramos a: *Myrsine coriacea* (18,7%), *Prunus integrifolia* (11,6%), *Clusia flaviflora* (9,0%), *Weinmannia haenkeana* (7,4%), *Clethra ferruginea* (7,2%) y *Hedyosmum racemosum* (6,8%).

En la parcela permanente instalada a 3.116 m de altitud se registró 784 individuos, distribuidos en 16 familias, 22 géneros y 26 especies, un área basal de 20,5 m²/ha y un índice de diversidad de 2,2 (Shannon–Wiener). Las familias de mayor importancia ecológica fueron: Clusiaceae (22,5%), Cunoniaceae (19,9%), Clethraceae (16,3%), Melastomataceae (6,1%), Chloranthaceae (5,8%) y Cyatheaceae (5,1%). Entre las especies con mayor importancia ecológica encontramos a *Clusia flaviflora* (23,9%), *Clethra cuneata* (18,8%), *Weinmannia crassifolia* (15,3%), *Hedyosmum racemosum* (8,2%), *Miconia biacuta* (6,2%), *Myrsine coriacea* (4,8%) y *Persea* vel sp. nov. (3,9%).

El índice similitud florística entre ambas parcelas fue de 76%, siendo *Clusia flaviflora* (Clusiaceae), *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae), *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae), *Weinmannia crassifolia* (Cunoniaceae), *Prunus integrifolia* (Rosaceae) y *Gordonia fruticosa* (Theaceae).

El bosque presento una estructura horizontal en forma de “J” invertida, y la estructura vertical en cuatro estratos (sotobosque, subdosel, dosel y emergentes), no diferenciándose claramente debido a un traslape continuo entre estratos.

ABSTRACT

This study considers the analysis of the floristic composition of a mountain forest on the edge of Keara sector, near the community of the same name. Within the Madidi National Park in the Municipality of Pelechuco Franz Tamayo Province, the department of La Paz.

Installed two permanent sample plots (PPMs) for 1 h, the first at an altitude of 2,861 m to 3,116 m. The second They recorded all woody species with a diameter at breast height (DBH) equal to or greater than 10 cm. Were collected four eight duplicates for both sterile and fertile respectively.

In the permanent plot installed at 2,861 m above sea level was recorded 833 individuals in 17 families, 18 genera and 30 species, basal area of 22.7 m²/ha and a diversity index of 2.6 (Shannon-Wiener). The families of greater ecological importance: were Myrsinaceae (15.7%), Cunoniaceae (14.6%), Rosaceae (11.2%), Clusiaceae (8.8%), Theaceae (8.3%), Lauraceae (7.7%) and Clethraceae (6.3%). Among those with high ecological importance are: *Myrsine coriacea* (18.7%), *Prunus integrifolia* (11.6%), *Clusia flaviflora* (9.0%), *Weinmannia haenkeana* (7.4%), *Clethra ferruginea* (7.2%) and *Hedyosmum racemosum* (6.8%).

In the permanent plot installed at 3,116 m above sea level was recorded 784 individuals in 16 families, 22 genera and 26 species, basal area of 20.5 m²/ha and a diversity index of 2.2 (Shannon-Wiener). The families of greater ecological importance were: Clusiaceae (22.5%), Cunoniaceae (19.9%), Clethraceae (16.3%), Melastomataceae (6.1%), Chloranthaceae (5.8%) and Cyatheaceae (5.1%). Among the most important ecological species *Clusia flaviflora* (23.9%), *Clethra cuneata* (18.8%), *Weinmannia crassifolia* (15.3%), *Hedyosmum racemosum* (8.2%), *Miconia biacuta* (6.2%), *Myrsine coriacea* (4.8 %) and *Persea* sp. nov. (3.9 %).

The index species similarity between plots was 76%, with *Clusia flaviflora* (Clusiaceae), *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae), *Myrsine coriacea*

(Myrsinaceae), *Weinmannia crassifolia* (Cunoniaceae), *Prunus integrifolia* (Rosaceae) and *Gordonia fruticosa* (Theaceae).

The forest has a horizontal structure in a "J" reversed, and the vertical structure into four strata (understory, subcanopy, canopy and emergent), not differentiating clearly due to a continuous overlap between layers.

1. INTRODUCCION

El Parque Nacional Madidi ubicado al noroeste de Bolivia fue identificado como uno de los centros más importantes de biodiversidad del nuevo mundo (Dinerstein *et al.*, 1995, Davis *et al.*, 1997, Remsen & Parker 1995, Jørgensen *et al.*, 2005). El parque abarca un gradiente altitudinal amplio, desde de 200 m hasta 5.600 m de altitud con varios pisos ecológicos (Moraes, 2004). Es un área con una agrupación características de comunidades naturales que comprende muchas taxas, dinámicas ecológicas y condiciones ambientales, de todas ellas se destaca los Yungas bolivianos por su gran diversidad biológica variedad topográfica y climática (Garcia & Palabral, 2006).

La región de los Yungas según Navarro (2002) la divide en tres zonas, vegetación de ceja de monte, vegetación de los Yungas montanos y la vegetación de los Yungas subandinos. Estas regiones han sido favorecidas por la fisiografía altitudinales originando diferentes gradientes ambientales, temperatura, altos niveles de precipitación, topografía variable; complejidad geológica y antiguos cambios climáticos que han desarrollado estos bosques que alberguen alta diversidad de plantas

Los bosques de ceja de monte son uno de los ecosistemas más frágiles e importantes del mundo. Estos bosques se caracterizan por estar frecuentemente cubiertos por nubes o niebla. La captación de agua a partir de baños de nubes hace que jueguen un papel primordial para el nacimiento y mantenimiento de ríos. Toda la flora de este bosque actúa como trampa natural, atrapando nutrientes y humedad para luego darle poco a poco al suelo. (Kessler & Beck 2001).

Los bosques de ceja de monte se caracteriza por ser siempreverdes, densos, de bajo porte, con fustes y ramas retorcidas, generalmente están recubiertos por gran cantidad de epifitas, principalmente de líquenes y musgos, pero también existen muchos helechos, orquídeas y bromelias (Araujo et al 2005).

La gran riqueza biológica de estos bosques ha atraído mucha atención entre ecólogos, biólogos para observar y realizar la descripción de la estructura y composición, que determinar la distribución de especies, tamaños y edades mediante los métodos estadísticos, las variables cuantitativas en términos de riqueza y de diversidad de especies en una determinada región o comunidad. (Finegan, 1992).

La conservación de la diversidad biológica ha llevado a un esfuerzo por definirla y averiguar por qué existe y cómo se pierde, las expresiones ecologistas y conservacionistas se refieren a la riqueza en especies (diversidad *alfa*). Así la diversidad biológica se manifiesta en la heterogeneidad a nivel de un ecosistema (diversidad *beta*) y en la heterogeneidad a nivel geográfico (diversidad *gamma*) (Whittaker 1972, citado en Halffter & Ezcurra 1992).

El estudio de la diversidad de especies a través de la metodología de parcelas permanentes de muestreo (PPM) ha permitido conocer la dinámica del bosque y su diversidad, permitiendo la acumulación de datos a través del tiempo. El proyecto “Inventario florístico de la Región Madidi” viene realizando el inventario florístico de los bosques en las áreas protegidas del Madidi, Apolobamba, Pílon Lajas y alrededores en convenio entre el Herbario Nacional de Bolivia (LPB) y el jardín botánico de Missouri (MO), utilizando el método de las parcelas permanentes en diferentes formaciones vegetales leñosas.

Actualmente la información sobre los bosques de ceja de monte de Yungas es escasa, por lo que este trabajo de investigación quiere aportar con documentación cuantitativamente y cualitativa sobre su composición florística y estructura en el sector Keara, Parque Nacional Madidi, La Paz-Bolivia, permitiendo de esta forma sentar bases, que a su vez son fundamentales para comprender aspectos ecológicos incluyendo el manejo sostenible y la conservación del bosque.

2.- OBJETIVOS:

2.1. Objetivo general

- Analizar la composición y estructura florística del bosque de ceja de monte en Yungas, sector Keara, Parque Nacional Madidi, La Paz, Bolivia.

2.2. Objetivo específico

- Describir la composición florística del bosque.
- Determinar la importancia ecológica de las especies, géneros y familias.
- Describir la diversidad.
- Describir la estructura vertical y horizontal del bosque.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Bosques montanos neotropicales

Los bosques montanos neotropicales se extienden latitudinalmente desde el límite norte de los trópicos a los 20° a 25° de latitud sur (Webster, 1995), están ubicados en gradientes que van desde 80 a 3.000 m de altitud (Gentry, 1995). Los límites altitudinales de estos bosques son difíciles de definir porque están influenciados por muchas variables, algunas tan complejas como el tipo de vegetación adyacente y las variaciones producidas por los efectos de interrelaciones entre latitud y altitud.

Gentry (1995), indica que estos bosques están entre los menos conocidos y más amenazados de todas las formaciones vegetales tropicales presentando una gradiente altitudinal que se extiende desde las tierras bajas (zona pedemontana), hasta el límite de los bosques en la zona altimontana, mostrando variaciones fisonómicas, topográficas, geomorfológicas y climáticas relacionadas a la latitud y altitud.

Martínez (2001) menciona que son bosques de niebla, propios de países tropicales, se caracterizan por estar casi permanentemente cubiertos de una densa niebla, constituyendo auténticas selvas de montaña donde las lluvias son frecuentes por el choque que se produce entre masas de aire húmedo y el frío característico de las montañas. La humedad perpetua que reina en estos bosques lo convierte en un hábitat ideal para las epifitas. Estos bosques siempreverdes se asientan sobre fuertes pendientes y están organizados sobre dos estratos bien diferenciados, el dosel arbóreo y el estrato inferior o sotobosque, tapizado por arbustos, herbáceas y helechos arborescentes.

Hamilton (2001), menciona que conforme aumenta la altitud, formas de vida como arbustos, epifitas, hierbas y helechos aumentan en número de especies. Según Gentry (1995), estudios efectuados en 37 sitios andinos y 17 sitios en Centroamérica y México, a altitudes entre los 800 y 3.050 m, mostraron que conforme aumenta la altitud, disminuye la diversidad de especies.

3.2. Bosques montanos en Bolivia

En Bolivia los bosques montanos se encuentran en las faldas orientales de los Andes, en la provincia biogeografía de los Yungas. Cubren un área aproximada de 150.000 Km², que corresponde al (13,7%) del territorio del nacional. En ellos se encuentra cerca de la mitad de las especies de flora y fauna de Bolivia, incluyendo la mayoría de las especies endémicas (Kessler & Beck, 2001).

Estos bosques se extienden a través de la cordillera oriental, atravesando departamentos La Paz, Beni, Cochabamba y Santa Cruz. Estos bosques se encuentran en zonas de condensación de niebla, sobre todo entre 1.500 y 3.500 m de elevación, aunque las nieblas se manifiesten a partir de 1.000 m en las partes altas de las serranías localizadas en la zona de pie de monte (Kessler & Beck, 2001).

Bolivia todavía cuenta con grandes áreas de bosque montano en buen estado de conservación, sobre todo entre 1.000 y 3.000 m de altitud. En comparación con bosques montanos del Perú, Ecuador y Colombia, implicando una gran necesidad y oportunidad para su conservación (Muller & Briancon, 2002).

En la actualidad Bolivia no cuenta con una clasificación convincente de tipos de bosques montanos (Kessler & Beck 2001), diferentes autores establecen pisos altitudinales con ciertas diferencias de acuerdo al análisis de vegetación realizado por cada uno de ellos. La figura 1 ilustra los equivalentes aproximados de bosques montanos en Bolivia

Fuente Bibliográfica	Altitud (m)			
	Ribera <i>et al.</i> , 1996	Yungas superior 2.800 – 3.000		Yungas medio 700 – 2.800
Müller <i>et al.</i> , 2002	Altimontano 2.750 – 3.500		Montano 1.750 – 2.750	Montano bajo 750 – 1.750
Beck <i>et al.</i> , 2003	Ceja de monte 2.500 – 3.500	Montano superior 2.000 – 3.000	Montano medio 1.500 – 2.000	Montano inferior 500 – 1.500
Navarro & Maldonado 2005	Ceja de monte superior 3.600 – 3.700 4.100 – 4200	Ceja de monte inferior 2.800 – 3.000 3.600 – 3.700	Montano 1.800 – 2.000 2.800 – 3.100	Subandino 500 – 800 1.800 – 2.000
Navarro & Ferreira 2007	Altoandino Altimontano > 3.100		Montano 1.900 – 2.100 3.000 – 3.100	Basimontano < 1.900 – 2.100

Figura 1. Equivalentes aproximados de bosques montanos en Bolivia.
Fuente: Adaptado de Fuentes (2005).

3.2.1. Bosques de los Yungas en Bolivia

Ibisch & Merida (2003) mencionan que los bosques de Yungas boliviano - peruanos y Yungas Tucumano- Boliviano definen dos ecorregiones con marcadas diferencias ecológica y biogeográficas. Las diferencias son consecuencias de latitud pero sobre todo de la orogenia de los andes.

Los Yungas Bolivianos-Peruanos son más húmedos y menos estacionales porque tienen una exposición nororiental beneficiándose de la humedad traída por los vientos. Los Yungas Tucumano-bolivianos, al sur del codo de los andes, tienen una orientación norte sur, sufren de una manera mucho más directa y drástica de los frentes fríos del sur (“Surazo”).

Debido a estas diferencias ecológicas y relaciones biogeográficas distintas (con áreas extra tropicales y con bosques secos) los bosques de Yungas tucumano-bolivianos no son una variedad florísticamente empobrecida de los Yungas boliviano-peruano sino representan una ecorregión propia y muy singular.

En los Yungas boliviano-peruano se puede distinguir varios pisos altitudinales, florísticamente muy distintos, que posiblemente merezcan una subdivisión: Se puede diferenciar una parte baja de los Yungas y una parte alta, con la ceja de monte que incluirá los bosques mixtos de neblina, y más arriba, los bosques de

Polylepis. Estos últimos casi completamente reemplazados por pastizales húmedos representando el páramo yungueño, posiblemente de origen antropogénico. Los “*paramos yungueños*” son semejantes fisonómica y florísticamente a los páramos verdaderos que se encuentra en el Norte de los Andes (Ibisch & Merida, 2003).

La provincia fitogeográfica de los Yungas se extiende por el pie y ladera orientales de los Andes, recorriendo 400 Km. en todo este recorrido los Yungas se distribuyen de manera discontinua a lo largo de una gradiente altitudinal norte-sur, ya que ocupa las laderas de los cordones montañosos con distribución fragmentada (Hueck, 1978).

Los Yungas Peruanos-Boliviano tiene como característica el modelamiento abrupto de sus paisajes, con unidades tectónicas estructurales que forman fajas paralelas con mayor o menor pendiente, que van cambiando desde la cuenca del río Beni a la del río Ichilo, las cuales, Navarro y Maldonado (2002) denominan “faja plegada de Huarina, faja de la cordillera oriental, faja interandina y faja del subandino norte

La faja Subandina de los Yungas de la cuenca del río Beni es la más compleja y variada presentan tipos de vegetación en mosaicos que podrían calificarse biogeográficamente como islas subandinas que representarían refugios de la flora, el mantenimiento hasta la actualidad de estos refugios han sido facilitado por las peculiares condiciones climáticas de determinados valles yungueños ubicados en cuencas altas del río Cotacajes, Boopi, Conzata, Camata, Tuichi y en el Valle del río Machariapo y Chaquimayu (Kessler & Helme, 1999; Navarro & Maldonado, 2002)

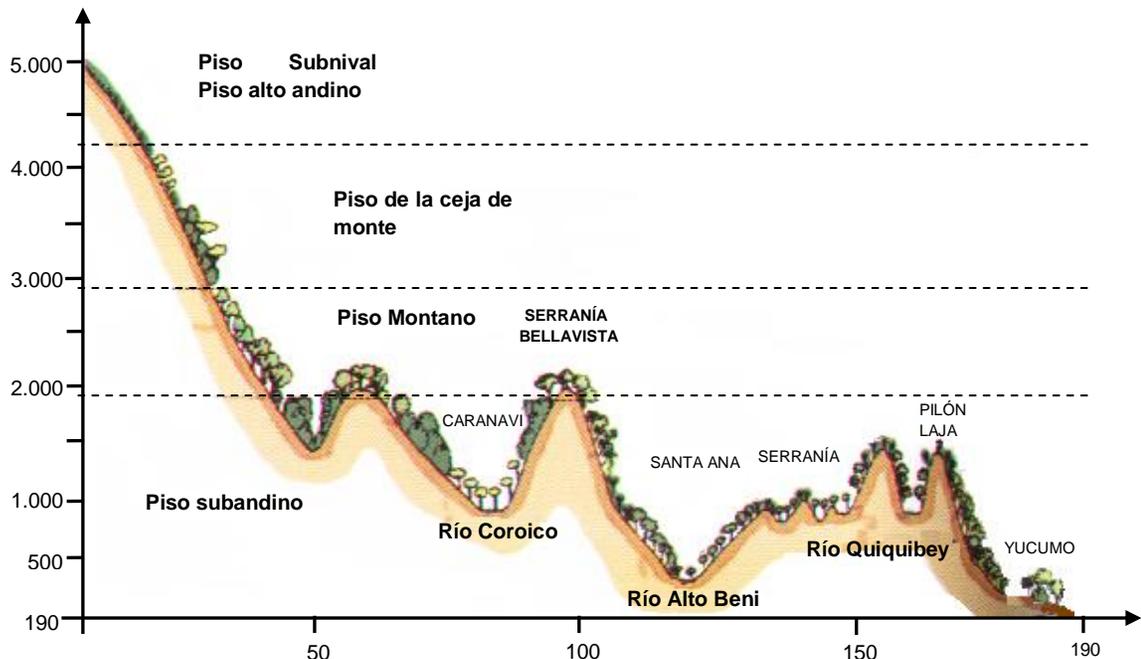


Figura 2. Navarro & Maldonado (2005), realizaron un perfil fito-topográfico de las diferentes clases altitudinales (pisos de vegetación) desde la Cordillera Real de La Paz hasta la localidad de Yucumo (Beni), mostrando las principales formaciones vegetales climáticas potenciales existentes

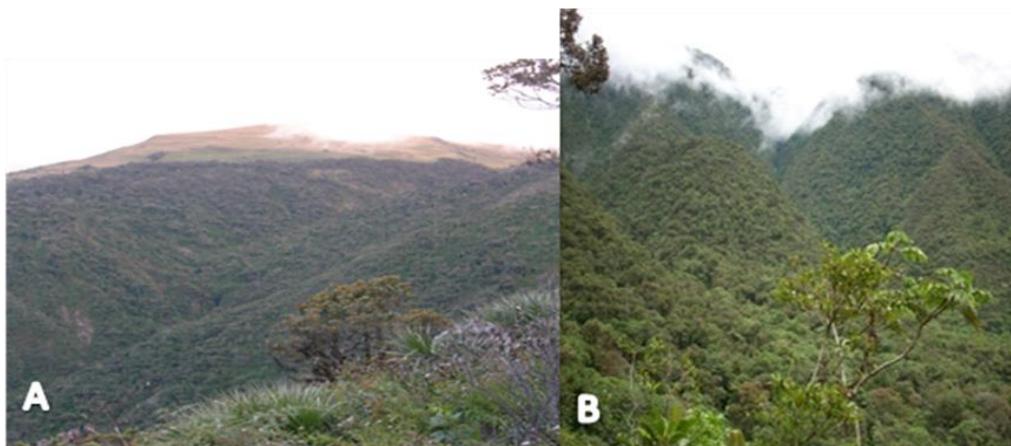
3.2.2. Bosque Yungueño de la ceja de monte

En los Yungas, la tasa intraecorregional de reemplazamiento de los taxa (Diversidad beta) es mayor que en cualquier otra región. Considerando inventarios de diferentes taxas podrían distinguirse tres subregiones latitudinales (que en realidad existen más por la presencia de barreras orográficas y por diferencias climatológicas que por un gradiente latitudinal): Los Yungas paceños (con la frontera con Perú hasta la cordillera de Cotapata), los Yungas cochabambinos (desde la cordillera de Cocapata hasta la región de Siberia) y los Yungas cruceños (coincidiendo con una gran parte del Parque Nacional Amboro) Especialmente la Cordillera de Cotapata es un importante divisor biogeográfico (Ibisch & Mérida, 2003).

La vegetación de los pisos bioclimático supratropical y orotropical, distribuidas en este sector biogeográfico entre 2.800 m y 4.200 m de altitud. La ceja de monte de los Yungas de la cuenca interandina del Beni, puede dividirse en dos zonas altitudinales.

- a) La zona superior de la ceja de monte yungueña, desde unos 3.600 – 3.700 de altitud hasta unos 4.200 m incluida en los pisos bioclimaticos orotropical.
- b) La zona inferior de la ceja de monte yungueña, desde los 2.900 – 3.100 m de altitud, incluida en los pisos bioclimaticos supratropical, que puede ser aquí pluviestacional (Navarro *et al.*, 2004).

La ceja de monte inferior entre los 3.000 a 3.700 m de altitud está representada por bosques bajos, subhúmedos, dominados por especies con troncos retorcidos y hojas escleróticas, ver la (fotografía 1) que marcan el límite de la vegetación boscosa hacia la laderas orientales de la cordillera de Apolobamba, en los que es notoria la abundancia de especies epifitas, especialmente los briofitos, que cubren las ramas y troncos de los árboles (Fuentes, 2005).



Fotografía 1. Bosques de ceja de monte dentro del Parque Nacional Madidi.

3.6. Importancia de los bosques de ceja de monte

Hamilton (2001), Estos complejos de vegetación “extraen” o capturan de la nube (o niebla) en movimiento la humedad atmosférica que se suma a las precipitaciones normales, fenómeno conocido con el nombre de lluvia “horizontal”.

Controlan la erosión y protegen el suelo al moderar la tasa de escorrentía proveniente de las lluvias, reduciendo los caudales durante las crecidas manteniéndolos durante las épocas secas así también evitan la erosión en las laderas, en especial en pendientes pronunciadas (García *et al.*, 2004).

Regulan los ciclos de los elementos minerales del suelo, ayudando a mantener la fertilidad de este, al absorber los nutrientes y reciclar las hojas en las capas superiores, además está cubierta actúa como regulador térmico, evitando el sobrecalentamiento diurno de los suelos y un enfriamiento nocturno excesivo (García *et al.*, 2004).

Martín (1994). Proporcionan productos no maderables que sustentan los medios de vida de las poblaciones locales por medios de recursos de subsistencia o comercio, incluyendo alimentos, materiales de construcción fibras, medicinas y combustible.

3.7. Estudio de la vegetación

Inicialmente se debe medir la abundancia o el número de individuos presentes, determinando también la especie de cada individuo, Seguidamente se debe realizar la medición directa de variables, como el diámetro, la altura área basal (Vallejo *et al.* 2005) se hace procesamientos de los mismos conduciendo a la obtención de información de la vegetación y los resultados básicos sobre la composición florística, diversidad, estructura y dinámica del bosque, en un espacio y tiempo determinado (Matteucci & Colma 1982, Prodan *et al.*, 1997, Vallejo *et al.*, 2005).

3.8. El método de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM), para evaluar la vegetación arbórea en los bosques

La utilización de parcelas permanentes en los estudios de la vegetación busca promover la conservación de la diversidad de los bosques y el uso sostenible de los recursos naturales, que es fundamental para conocer cómo cambian estos complejos ecosistemas en el tiempo y en el espacio (Campbell *et al.*, 2002). Además proporcionan las herramientas necesarias para establecer áreas prioritarias de conservación, diseñar investigaciones hacia su protección (Vallejos *et al.*, 2005).

El inventario de la vegetación en parcelas permanentes es necesario, para cuantificar los cambios que ocurren a largo plazo y identificar los vacíos de conocimientos y realizar estrategias de conservación, esto se puede lograr por el monitoreo de las parcelas, en aspectos de la composición, la estructura, el crecimiento, la mortalidad y la supervivencia de las especies (Vallejo *et al.*, 2005).

3.9. Composición y estructura florística

La composición es el conjunto de especies de organismos que componen el bosque, considerando la diversidad de especies en un ecosistema, la cual se mide por su riqueza (cantidad de especies), representatividad (balance equitativo de las especies) y heterogeneidad (disimilitud entre riqueza y representatividad). El término composición florística está relacionado a la riqueza y diversidad de las especies, en el sentido ecológico estricto los términos riqueza y diversidad tienen significados muy distintos (Finegan, 1992).

La riqueza se refiere al número de especies pertenecientes a un determinado grupo (plantas, animales, bacterias, hongos, mamíferos, árboles, etc.) existentes en una determinada área. La diversidad de especies considera tanto al número de especies, como también al número de individuos (abundancias de cada especie existente en un determinado lugar) (Finegan, 1992).

La estructura es la distribución que representa las masas foliares en el plano vertical o las distribuciones cuantitativas de las variables que se miden en el plano vertical, tal como la altura (Finegan, 1992). Los estratos se describen como agrupaciones de individuos que han encontrado los niveles de energía adecuados para sus necesidades y por lo tanto han expresado plenamente su modelo arquitectural, copas amplias (Valerio & Salas, 1997)

3.10. Composición florística y estructura de los bosques montanos

Kessler & Beck (2001), registraron 7.000 especies de plantas vasculares en bosques montanos de Bolivia, estimando que existe un total de 10.000 especies en estos hábitats, que corresponderían al (50%) de la flora nacional total. Los mismos autores mencionan que las familias más diversas en este tipo de bosques son: Orchidaceae, Asteraceae, melastomataceae, Piperaceae, Rubiaceae y solanaceae; los generos más diversos son: *Elaphoglossum* (Lomariopsidaceae), *Miconia* (Melastomataceae), *Epidentrum* y *Pleurothallis* (Orchidaceae), *Anthurium*, *Mikania*, *Seneciuss.l.*, *Vermoniss.l.*, *Tillandsia*, *Peperomia*, *Piper* y *Solanum*.

Brow y Kapelle (2001), indica dentro la estructura que estos bosques montanos presentan el mayor grado de variación, la posición del dosel (altura) y arquitectura de los árboles .En las laderas de serranías los bosques andinos se hallan con el dosel superior alcanzando 30 m de altura es característico que las epifitas sean abundantes y diversas, influyendo significativamente además en el perfil estructural.

Gentry (1992) menciona que a altitudes menores a 1.500 m altitud, los bosques andinos son florísticamente mucho más diversos en aquellas familias bien desarrolladas de tierras bajas como Rubiaceae, Arecaceae, Sapindaceae, Annonaceae, Meliaceae, y Sapotaceae. El contraste del perfil de elevación florístico en su punto medio (1.500 a 2.500 m) y alto (2.500 a 2.900), está compuesto principalmente por una serie de familias de plantas muy diferentes a los bosques tropicales premontanos o de tierras bajas. Entre 1.500 a 2.500 m la familia Lauraceae, es generalmente más rica en especie seguida por Melastomataceae, Ericaceae y Myrsinaceae.

En la zona tropa andina dominan ampliamente los géneros de origen neotropical, pero frecuentemente las especies dominantes pertenecen al género (*Weinmannia*), especialmente en los bosques andinos templado de igual manera algunos géneros llegan a ser dominantes como es el caso de *Quercus* en la región Norandina (Gentry 1992)

3.9.1. Diversidad florística

La mayor parte de los esfuerzos dedicados al estudio se han centrado en la diversidad a nivel especies, ya que las especies son las entidades biológicas que mejor reflejan distintos aspectos de la biodiversidad, tienen un significado intuitivo y fácilmente entendido, sobre las que existen un mayor número de datos y en general, se detectan y cuantifican con relativa facilidad (Del Pino *et al.* 2004)

El interés crecimiento por la conservación de la diversidad biológica ha llevado a un esfuerzo por definirla y averiguar por qué existe y como se pierde. En general las expresiones ecologistas y conservacionistas se refieren a la riqueza en especies (Diversidad *alfa*). Así la diversidad biológica se manifiesta en la heterogeneidad a nivel de un ecosistema (diversidad *beta*) y en la heterogeneidad a nivel geográfico (Diversidad *gamma*) (Whittaker 1972, citado en Halffter & Ezcurra 1992).

Halffter & Ezcurra (1992), mencionan que la diversidad biológica no depende solo de la riqueza de especies sino también de la dominancia relativa de cada una de ellas, distribuyéndose según jerarquías de abundancias, desde algunas especies muy abundantes.

4. LOCALIZACION

4.1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

El área elegida para la instalación de las 2 parcelas permanentes en el bosque de ceja de monte que se ubica dentro del Parque Nacional Madidi, al noroeste de Pelechuco, provincia Franz Tamayo, Departamento de La Paz.

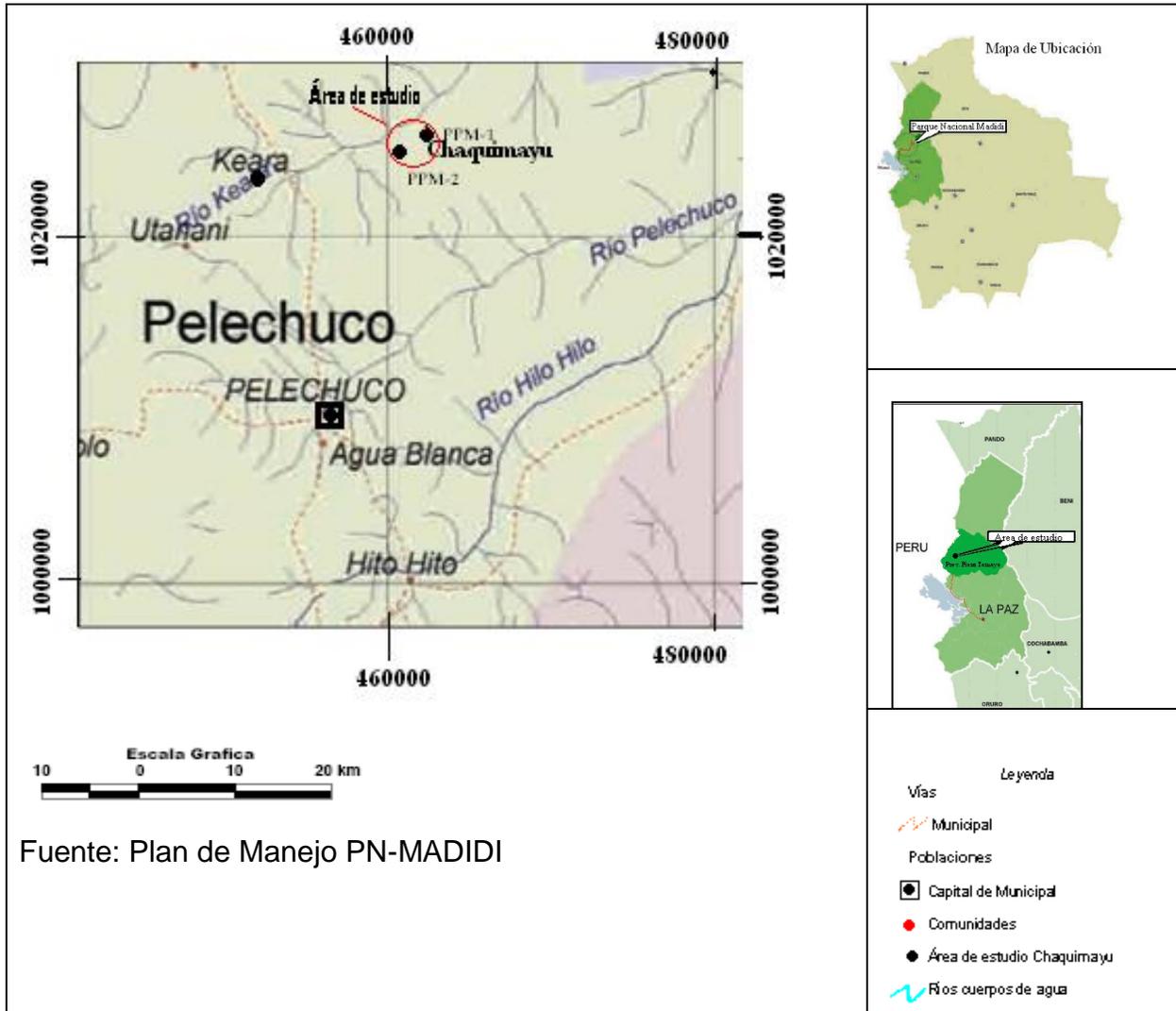


Figura 3. Mapa de ubicación en la Región del Madidi

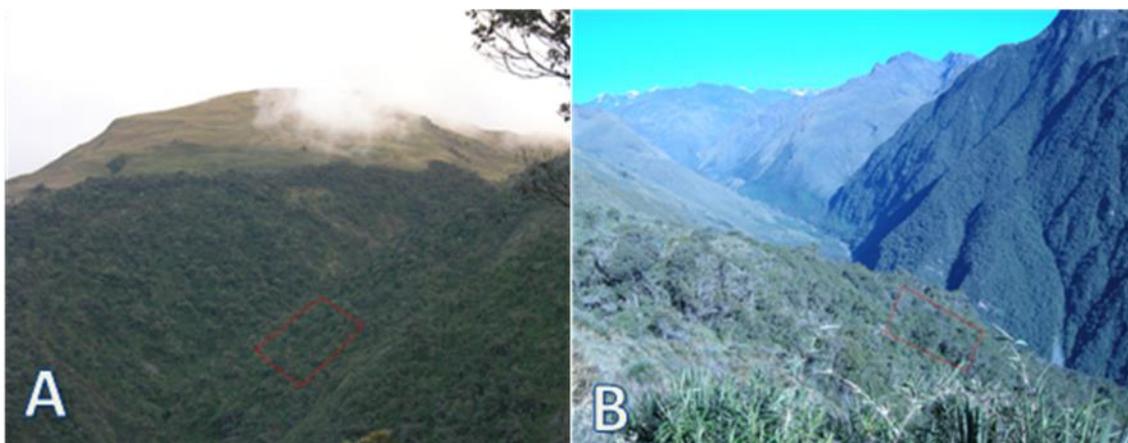
Para llegar a la zona de estudio desde la capital del municipio de Pelechuco, se toma el camino carretero que va hacia la cordillera paso Sánchez, para luego llegar a la comunidad Keara. Para llegar a la zona de estudio se toma el camino de herradura (senda incaica), ver la (fotografía 2) que une la comunidad de Keara con el sector conocido como Chaquimayu, ambos muy próximos a las sabanas alto andinas. Ver figura 3 La ubicación geográfica y altitud de las parcelas puede observarse en la cuadro 1 y la fotografía 3.



Fotografía 2. A Camino de herradura (senda incaica) B Instalación del campamento

Cuadro 1. Ubicación de las Parcelas Permanentes instaladas.

Parcela	Coordenadas	Altitud (m)
PPM 1	14°40'55"S 69°01'21,5"W	2.861
PPM 2	14°41'9,9"S 69°01'42,9"W	3.116



Fotografía 3. Área de investigación **A y B** instalación aproximado de las parcelas permanentes (2.861 y 3.116 m).

4.2. Características climáticas

El sector Keara no cuenta con una estación meteorológica, los registros más próximos al sitio de estudio es de la comunidad de Puina que también se encuentra dentro del municipio de Pelechuco. Estos son registros de 24 años (1972 - 1996) de seguimiento de temperatura y precipitación con información térmica mensual y/o anual estimada por gradientes y distribución espacial. El promedio de temperatura mensual es de 14.6°C, la temperatura promedio máximo es de 20.0°C y el promedio mínimo es de 8.2°C (Navarro *et al* 2004). El nivel de precipitación media anual en el sector Keara es 831mm, presenta una precipitación muy baja los meses de junio a julio (5.8 - 9.4 mm) y en estos meses presentan una temperatura de (13.9 - 11.6 °C) (Fig.4) (fotografía 4).

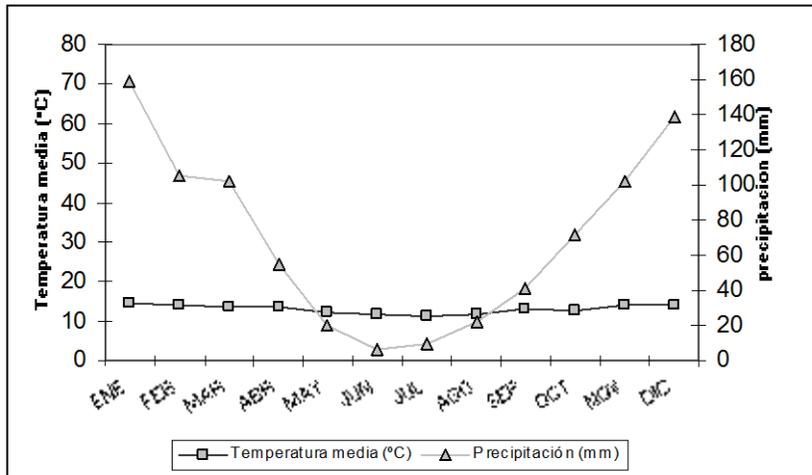


Figura 4. Diagrama climático para el sector de Keara



Fotografía 4. Precipitaciones constantes en el sitio de estudio

4.3. Vegetación

La composición florística del sector es muy similar a la del bosque húmedo montano, compuesta por árboles que alcanzan hasta 15 metros de altura y diámetros promedio entre 7.7 cm arboles con fuste y ramas retorcidas y generalmente recubiertos por gran cantidad de epifitas, principalmente de musgos, pero también existen muchos helechos, orquídeas y bromelias.

Los deslizamientos de tierra son comunes en esta formación vegetal debido a la fuerte pendiente de las laderas en donde se desarrollan. Es común observar vegetación secundaria compuesta por *Chusquea sp*), especies de la de la familia Asteraceae, Melastomataceae, Solanaceae, Araliaceae y Symplocaceae, las especies *Weinmannia fagaroides*, *Clethra cuneata*, *Miconia theizan*, *Myrsine dependens*, *Miconia higrófila*, *Miconia setulosa* y *Schefflera herzogii* (Araujo, 2005)

4.4. Suelos

El tipos de suelos y profundidad de la materia orgánica en el bosque altimontano (2100 – 3100 m) es muy variable. De tipos de suelos y profundidad de la materia orgánica. En relación a inclinación microrelieve y edad de los suelos se presentan Typic Placaquod, Spodic Dystrudept, typicdurorthod y histic Humaquept. Los suelos están marcados por una acidificación muy fuerte, pH debajo de 4,5 en todos los horizontes, un CIC muy bajo <5 cmol/kg, una saturación muy fuerte de Al^{+3} , la proporción C y N mayor a 20, y una capa orgánica muy gruesa de 30 cm. (Bach *et al.* 2003)

5. MATERIALES Y METODOS

5.1. Materiales

5.1.1. De campo

- Brújula
- GPS
- Altimetro
- Clinómetro
- Binoculares
- Cintas diamétricas
- Cinta métrica de 50 m
- Lupa
- Pico de loro
- Trepadores
- Placas de aluminio
- Clavos de aluminio
- Martillo
- Tijera de podar
- Machete
- Secadora portátil
- Anafres
- Papel periódico
- Herborizador
- Kerosén
- Cartón
- Correas la
- Alcohol 70%
- Lápices de carbón
- Lápices de cera
- Pintura roja
- Tubos PVC de ½"
- Planillas de campo
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica

5.1.2. De gabinete

- Material de escritorio
- Estereoscopio
- Colección testigo
- Computadora
- Claves botánicas
- Fólderes de papel kraft

5.2. Métodos

5.2.1. Diseño del muestreo

La distribución de las unidades de muestreo, concretamente parcelas permanentes de muestreo, es de suma importancia en la planeación de un estudio ecológico, de ahí el uso de un diseño de investigación “No experimental descriptivo”, a través de un muestreo al azar estratificado. (Jongman *et al* 1987).

La investigación no experimental es sistemática y empírica en la que las variables independientes no se manipulan por que ya han sucedido. Las inferencias sobre las relaciones entre variables se realizan sin intervención o influencias directas y dichas relaciones se observan tal y como se han dado en su contexto natural, para después analizarlas, es decir no hay condiciones o estímulos de los cuales se expongan los sujetos del estudio, estos se observan en su ambiente natural (Hernández *et al.*, 2003)

5.2.1.1. Muestreo al azar estratificado

La utilización de un muestreo al azar estratificado entrega estimaciones más precisas para un presupuesto limitado. Cualquier criterio claramente definible puede ser empleado para la estratificación, como los límites geográficos, el tipo de cobertura vegetal, el tipo de suelo, la topografía, diferentes grados de intervención antrópica, grados de manejo de los ecosistemas, los tipos de bosques asociados con unidades fisiográficas (Prodan *et al.*, 2003).

5.2.2. Selección del sitio de estudio

Se utilizo una carta topográfica del instituto geográfico militar de la provincia Franz Tamayo, además de imágenes satelitales de la Región Madidi y el mapa de vegetación de la región. Una vez en el sitio de estudio se realizo un reconocimiento de campo para encontrar sitios sin perturbaciones naturales o antropicas. Una vez seleccionados los sitios en donde se instalarían las parcelas permanentes, se tomaron los datos de coordenadas y altitud con una GPS.

5.2.3. Diseño e Instalación de la Parcela Permanente de Muestreo

Siguiendo la metodología propuesta por Addler & Synott (1992), cada PPM se estableció en una hectárea (100 × 100 m), la cual fue subdividida en 25 sub parcelas de 20 × 20 m. La instalación se inicio ubicando un punto de origen en el lado SW del sitio seleccionado, este fue el vértice principal de la parcela. Se tomaron las coordenadas y altitud con ayuda del GPS en el vértice principal.

A partir del vértice principal se abre la senda principal de 100 m de largo por un metro de ancho. Para su trazado se toma el rumbo de la dirección que se desea seguir. Con ayuda de una brújula (fotografía 5). En general se prefiere que la senda principal sea perpendicular a la pendiente que domina en el terreno. El trazado de la línea principal 100 m. Cada 20 m se colocan jalones de 1,5 de largo marcados con cinta de color naranja que marcan los vértices de cada sub parcela. Adicionalmente, se colocan jalones marcados con cinta de otro color cada 10 m, estos ayudan en la toma de datos de los arboles.



Fotografía 5. A toma de datos con la brújula. B jalón puesto en los puntos principales de cada subparcela.

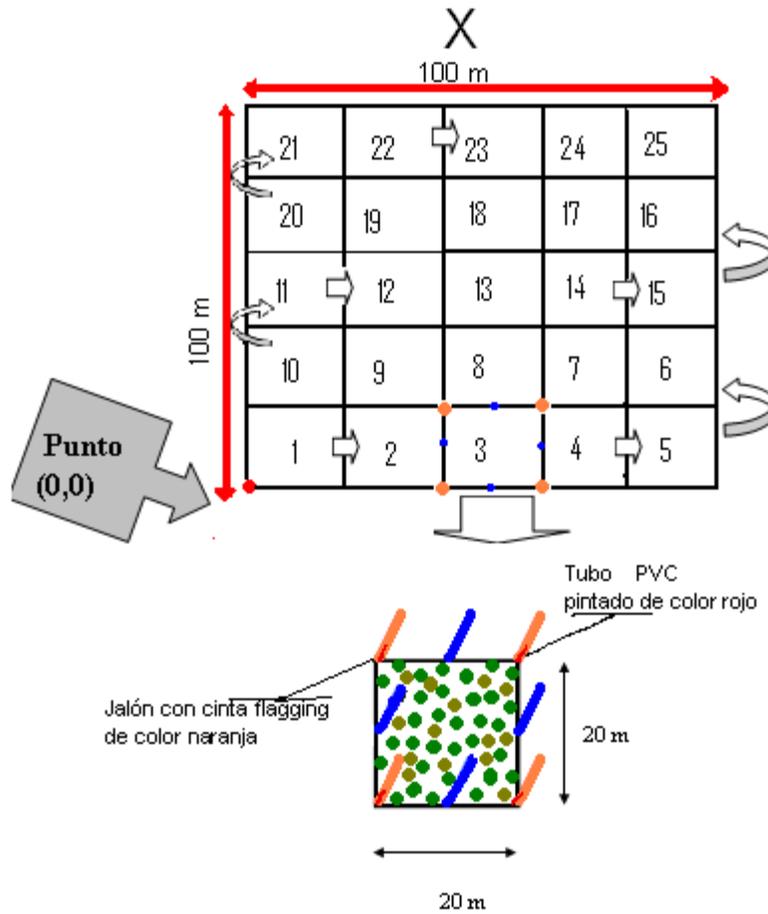


Figura 5. Esquema de la instalación de las dos parcelas permanentes de muestreo.

A partir de los jalones ubicados cada 20 m, se trazan líneas perpendiculares para formar las subparcelas de 20 x 20 m. Adicionalmente Las esquinas de las subparcelas son marcadas con tubos PVC de ½" (fotografía 6) de diámetro y 50 cm de largo, pintados de color rojo en su parte superior, para facilitar la remediación futura de las parcelas. Se observa en la figura 5.



Fotografía 6. Tubo de PVC de $\frac{1}{2}$ " de diámetro y 50 cm de largo instalado en los puntos de cada subparcela.

5.2.4. Toma de datos y caracterización de la PPM

En cada subparcela, se registran todos los individuos leñosos que se encuentren dentro de la parcela (árboles, lianas, helechos arbóreos). El criterio para su registro es el diámetro a la altura del pecho, conocido por su sigla: DAP. Para que un individuo sea considerado en la evaluación, debe tener un Dap mayor o igual a 10 cm. Las mediciones se realizaron directamente con cinta diamétrica a 1,3 m del suelo (Fig. 6) (fotografía 7) Los individuos que se encontraron sobre el límite de cada subparcela fueron medidos si al menos la mitad de la base de su tronco se encontraba dentro de la misma.

Cada individuo fue marcado con una placa de aluminio (6 x 2 cm) numerada correlativamente, estas fueron clavadas en su tronco, 20 cm arriba del punto de medición del DAP (Fig. 6) (fotografía 7).

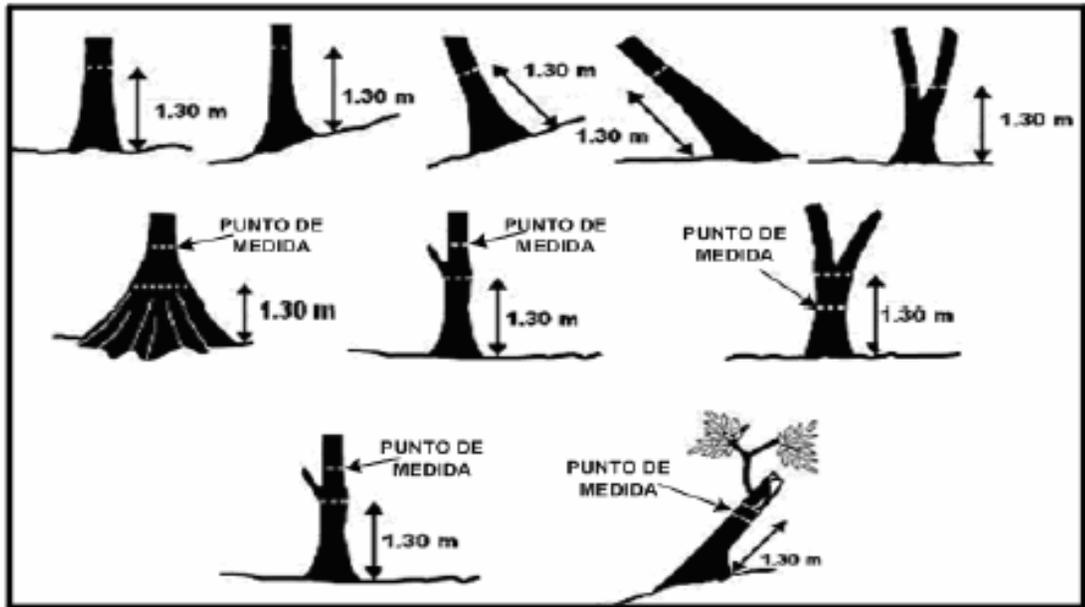


Figura 6. Métodos para medir el (Dap).
Fuente: Pichette y Gillespie 1999.



Fotografía 7. **A** registros de los individuos leñosos con Dap mayor o igual a 10 cm. (árboles, lianas, helechos arbóreos). **B** mediciones con cinta diamétrica a 1,3 m del suelo y el clavado de la placa. **C** placa de aluminio (6 x 2 cm) numerada correlativamente a cada individuo.

La altura total y la altura de fuste fue estimada visualmente. El método consiste en colocar una persona con medidas conocidas debajo del árbol y luego duplicar, triplicar, etc., el tamaño de esta persona, hasta llegar a la copa del árbol. La altura del fuste se define como la distancia desde el nivel del suelo hasta la primera rama viva que forma la copa.

También se tomaron nota del estado fenológico de los individuos y de las variables ecológicas como: posición de copa, forma de copa y grado de infestación de lianas y bejucos. A continuación detallamos las clases que se consideran para estas variables.

- **Descripción de las categorías de los datos fenológicos**

➤ Estéril	1
➤ Botón floral	2
➤ Flor	3
➤ fruto inmaduro	4
➤ Fruto maduro	5
➤ Fruto seco	6

- **Posición de la copa** con respecto a la luz solar presenta cinco categorías estas son:(Fig. 7):

Categoría 1. Copa expuesta totalmente a la luz vertical, libre de competencias.

Categoría 2. Copa expuesta a la luz vertical, con competencias.

Categoría 3. Parte de la copa está expuesta parcialmente a la luz vertical o parcialmente sombreada por otras copas

Categoría 4. Parte superior de la copa parcialmente sombreada a la luz vertical, pero expuesta a alguna luz directa.

Categoría 5. Parte superior de la copa parcialmente sombreada, como vertical y lateral, también denominadas “árboles con ausencias de luz”

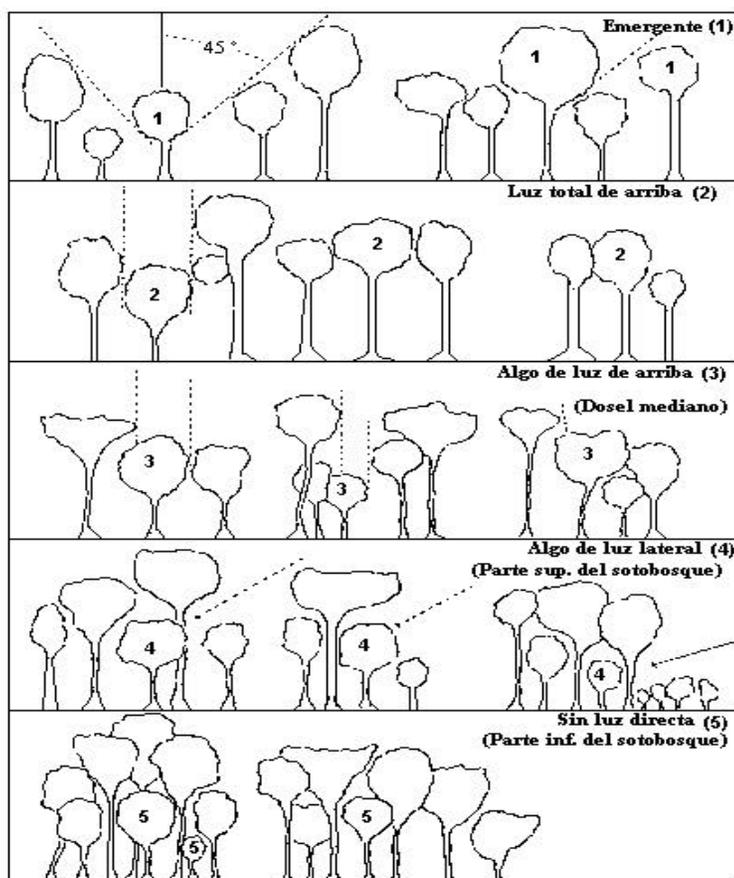


Figura 7. Categorías de posición de copa

Fuente: Bolfor, 1999.

- **Forma de la copa**, incluye cinco categorías estas son: (Fig. 8)

Categoría 1. Tamaño y forma, amplia plana circular y simétrica.

Categoría 2. Tamaño y forma con asimétrica leve.

Categoría 3. Tamaño y forma evidentemente asimétrica o rala.

Categoría 4. Tamaño y forma fuertemente asimétrica y con pocas ramas.

Categoría 5. Tamaño y forma muy degradada o suprimida, muy dañada.

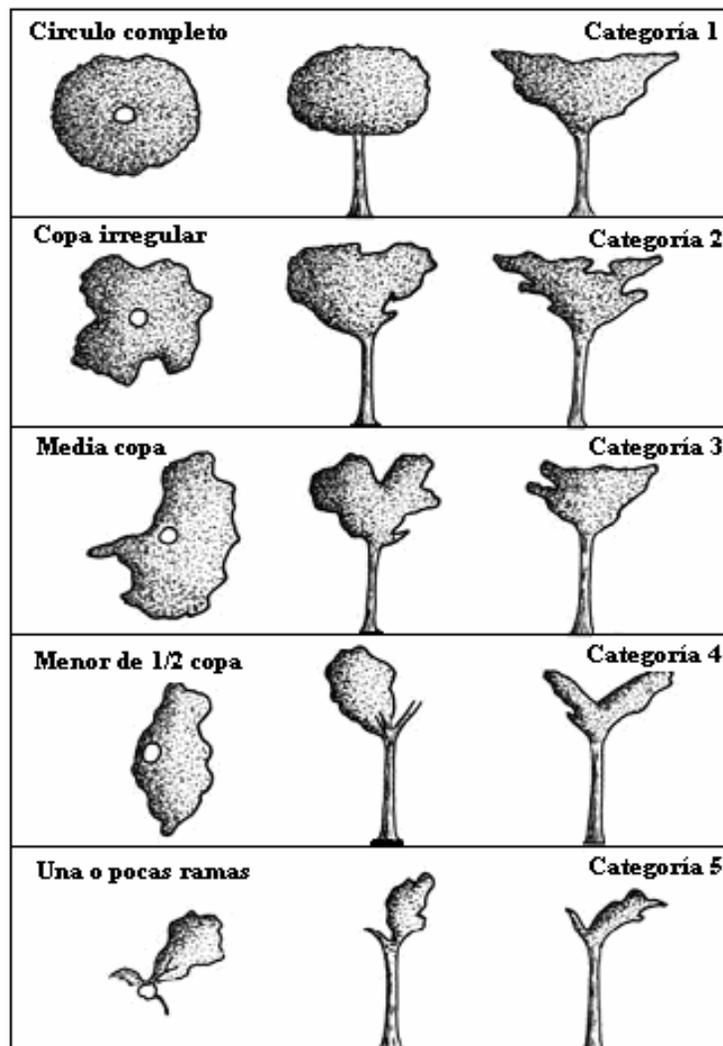


Figura 8. Categorías de formas de copa

Fuente: Bolfor, 1999

• **Infestación de lianas y bejucos**, clasificación dada en cuatro categorías (Fig. 9)

Grado 1. Árbol libre de lianas y bejucos.

Grado 2. Lianas y/o bejucos presentes solo en fustes, copa libre.

Grado 3. Presencia leve de lianas y/o bejucos en fuste y copa, sin efecto en el crecimiento terminal.

Grado 4. Presencia completa de lianas y/o bejucos en fuste y copa afectando seriamente al crecimiento terminal.

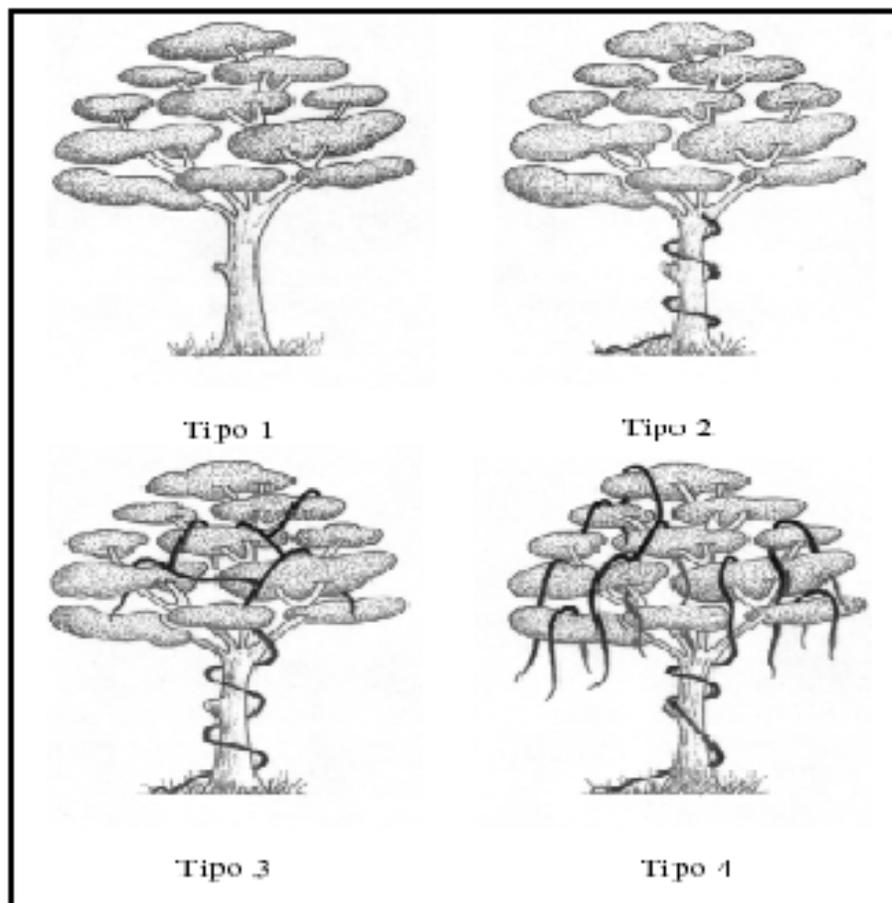


Figura 9. Grado de infestación de lianas y bejucos
Fuente: Bolfor, 1999.

5.2.5. Colección de los especímenes

Se coleccionaron todas las especies diferentes registradas en las parcelas, Para cada colección se tomo nota de las características del tronco como el color de la corteza externa e interna, si la misma tenía olor, exudado, y se puso énfasis en las particularidades de las hojas, flores y frutos. A cada espécimen se le asigno un código, conformado por las iniciales del nombre del colector y un número correlativo, pe. Jhonny Gutiérrez Maraz JGM 1. Se coleccionaron 4 duplicados para especímenes estériles (sin estructura reproductivas) y 8 duplicados para especímenes fértiles (con flores, fruto, semilla).



Fotografía 8. Herborización de las especies utilizando periódico por ser un buen absorbente de humedad y cartones.

Las colecciones fueron herborizadas mediante las técnicas tradicionales, utilizando periódico por ser un buen absorbente de humedad y cartones (fotografía 8), que se sujetaron con correas y prensas de madera. Todo el material colectado se lo seco en campo mediante la utilización de una secadora portátil. que está constituida por cuatro parantes y una malla de metal sobre la cual se colocaron los especímenes prensados, la misma funciona en base a anafre de Kerosén y se cubrió por mantas de aluminio para mantener y distribuir mejor el calor, así los especímenes secaron en menos tiempo sin ser dañados.

5.2.6. Identificación taxonómica

En las instalaciones del Herbario Nacional de Bolivia (LPB), se siguieron los siguientes pasos:

1. Los especímenes colectados fueron refrigerados por 48 horas para eliminar los patógenos, principalmente hongos e insectos.
2. El material fue ordenado por el número de colecta y cada colección fue guardada en fólder de papel kraft para su protección.
3. El material botánico coleccionado se agrupó por familias, géneros y especies, el material que no pudo ser identificado fue agrupado en morfoespecies para poder identificarlos.

La identificación de los especímenes botánicos parcialmente identificados en campo, se realizó a través de claves botánicas, por comparaciones con especímenes del Herbario Nacional de Bolivia (LPB) y con el apoyo de investigadores del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi.

Un duplicado de cada muestra botánica se encuentra depositado en el LPB, duplicados de cada colecta fueron enviados al Herbario del Jardín Botánico de Missouri (MO), para su identificación por especialistas botánicos. La información de los especímenes fue incluida en la base de datos Trópicos del Missouri Botanical Garden, accesible por internet (www.tropicos.org).

5.2.7. Muestreo de suelos

Se realizó un muestreo de suelos al azar, tomándose 3 muestras de 1kg por cada parcela. Primero se retiró la capa orgánica y posteriormente se cavó un cuadrado de 30 x 30 x 30 cm, se extrajo la muestra de suelo de una profundidad entre 0 y 30 cm (fotografía 9). Estas muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Calidad Ambiental del Instituto de Ecología de la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. Las características edáficas de la zona de estudio se presentan en el Cuadro 2 y anexo 1 (base de datos, Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi).



Fotografía 9. A Retiro de la capa orgánica. **B** extracción de la muestra de suelo

Cuadro 2. Resultados de seis muestras de suelos del bosque de ceja de monte en la Región Madidi (Keara–Chaquimayu)

Parámetro	Unidad	Limite de determinación	PPM-1			PPM-2		
			SP 1	SP 13	SP 25	SP 1	SP 13	SP 25
pH acuoso		1-4	4.1	3,9	3,5	3,7	3,6	3,6
Conductividad eléctrica	μSm/cm	5,0	105	101	92	79	110	83
N total	%	0,0014	1,1	1,2	1,3	0,47	1,1	1,1
C orgánico	%	0.060	18	19	18	8,3	18	17
Materia orgánica	%	0,10	31	33	31	14	31	29
P disponible	P/mg*kg ⁻¹	1,5	2,2	4,2	5,9	5,1	3,1	3,7
Na intercambiable	Cmolc/kg	0,00083	0,15	0,22	0,12	0,19	0,22	0,10
K intercambiable	Cmolc/kg	0,0053	0,66	0,65	0,39	0,33	0,57	0,38
Ca intercambiable	Cmolc/kg	0,016	0,038	0,053	0,051	0,053	0,11	0,050
Mg intercambiable	Cmolc/kg	0,00083	1,0	0,28	0,22	0,14	0,33	0,22
CIC	Cmolc/kg	1,573	25	27	23	24	23	25
Arena	%	5,5	6	12	17	10	22	24
Limo	%	1.1	47	46	49	61	47	31
Arcilla	%	1,1	47	42	34	29	31	45

5.2.8. Evaluación de la composición florística

5.2.8.1. Abundancia

Permite conocer el número de individuos por unidad de área de una especie o familia. También son considerados como variables que expresan la abundancia, la densidad (número de individuos).

$$Ar = \left[\frac{Ai}{\sum A} \right] * 100$$

Donde:

Ar = Abundancia relativa de la especie i .

Ai = Número de individuos por unidad de área de la especie i .

$\sum A$ = Sumatoria total de individuos en la parcela

5.2.8.2. Frecuencia

Mide la regularidad de la distribución de cada especie en un área determinada, medida por la probabilidad de encontrar una especie o familia en unidad maestra. La frecuencia relativa es el porcentaje de la suma de las ocurrencias de una especie respecto a la sumatoria de las ocurrencias de todas las especies de la misma comunidad o parcela (Matteucci & Colma 1982).

$$Fr = \left[\frac{Fi}{\sum F} \right] * 100$$

Donde:

Fr = Frecuencia relativa de la especie i

Fi = Número de ocurrencia de la especie i por ha.

$\sum F$ = Sumatoria total en la parcela.

Las frecuencias dan una primera idea de la homogeneidad de un bosque, es por esto que se clasifica a las en cinco categorías (Fig. 10)

Clase de frecuencia	Frecuencia Absoluta
I	1- 20%
II	21 – 40%
III	41 – 60%
IV	61 – 80%
V	81 – 100%

Figura 10. Clasificación de formaciones boscosas heterogéneas y/o homogéneas
Fuente Lamprecht, 1990

Diagrama con valores altos en las clases de frecuencias IV – V y valores bajos en I – II, indican la existencia de una composición florística homogénea. Altos valores en clases I – II significan una heterogeneidad florística (Lamprecht, 1990).

5.2.8.3. Dominancia

Se mide en función al área basal de una especie o familia. La dominancia es una indicación de la abundancia relativa de una especie. Se considera dominante aquella categoría vegetal que es más notoria en la comunidad vegetal, ya sea por su altura, cobertura o densidad y puede estimarse a partir de cualquier de sus variables de abundancia (Lamprecht, 1990).

Área basal: es la superficie de una sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una determinada altura (1,3 m) del suelo, se expresa en $m^2 ha^{-1}$.

La dominancia se expresa como valor relativo de la sumatoria de las áreas basales aplicando la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{\pi}{4} \times (D)^2$$

Donde:

AB= Área basal absoluta.

D =Diámetro a la altura pecho (DAP).

La dominancia porcentual entre el área basal total de una determinada especie o familia y la suma del área basal de todas las especies o familias de la muestra.

$$Dr = \left[\frac{\sum Bi}{\sum AB} \right] \times 100$$

Donde:

Dr = Dominancia relativa de la especie i.

$\sum Bi$ =Sumatoria de todas las áreas basales de la especie i.

$\sum AB$ = Sumatoria de áreas basales de todos los individuos en la parcela

5.2.9. Evaluación de Importancia Ecológica

5.2.9.1. Índice de Valor de Importancia por especie (IVI)

La importancia ecológica de cada especie en el área muestreada, interpreta a las especies que están mejor adaptadas, ya sea porque son dominantes, muy abundantes o cuentan con distribución frecuente. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. El IVI es un mejor descriptor que cualquier de los parámetros utilizados individualmente (Mostacedo & Fredericksen, 2000).

El calculo que se realizo aplicando la siguiente fórmula:

$$IVI = \frac{Dr + Ar + Fr}{3}$$

Ar = Abundancia relativa de la especie i.

Dr = Dominancia relativa de la especie i.

Fr = frecuencia relativa de la especie i.

5.2.9.2. Índice de Valor de Importancia por Familia (IVIF)

Se basa en la abundancia relativa (*ArF*) y dominancia relativa (*DrF*) de cada familia, además de la proporción de la diversidad florística que la familia presenta. La diversidad Relativa por familia (*DivR*) es medida en porcentajes (Lamprecht, 1990), calculado con la siguiente fórmula:

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

DivR = Diversidad relativa por familia.

N° sp = Número de especies en una familia.

$\sum sp$ = Sumatoria de toda la especie en la parcela.

$$IVIF = \frac{Dr + ArF + DivR}{3}$$

5.2.10. Evaluación de la estructura florística

Se refiere a la distribución de la vegetación, bien en el sentido horizontal o vertical del bosque, es decir la distribución espacial de las especies con respecto a categorías diamétricas y altimétricas (Vallejo *et al.*, 2005).

5.2.10.1. Estructura horizontal

Se ordeno mediante una distribución de los individuos presentes en las PPMs en clases diamétricas a intervalos de 10 cm, indicando la frecuencia con que aparece representada una cierta clase diamétricas en el rodal (Prodan *et al.*, 1997).

5.2.10.2. Estructura Vertical

La distribución se realizo en clases altimétricas a intervalos de 5 m; permitiendo de esta manera describir la distribución de las especies en cuatro estratos: sotobosque (< 5 m), Subdosel (5 - 15 m), dosel (15 – 25 m) y emergentes (> 25 m) (Killeen *et al.*, 1998).

5.2.11. Cuantificación de la diversidad y similitud

5.2.11.1. Curva área – especie

La curva área – especie o curva de acumulación de especies observadas, es una grafica que permite visualizar la representatividad de un muestreo, la forma de las curvas de acumulación de especies observadas puede variar en función del orden en el que se consideran las diferentes sub parcelas, así los sesgos espaciales en la distribución de las sub parcelas pueden tener un efecto en la forma de la curva (Finegan 1992).

5.2.11.2. Índice de diversidad Shannon – Wiener

Es uno de los índices más utilizados para determinar la diversidad de especies vegetales de un determinado Hábitat (Diversidad alfa) (Feinsinger, 2003) Considera que los individuos se muestran al azar a partir de una población “infinitamente grande “y asume que toda las especies están representadas en la muestra, (Magurran 1988).

El índice pretende integrar la información de frecuencias relativas de las especies en un solo número, llamado H' . H' usualmente cae entre 1.5 y 3.5, casi nunca sobrepasa 4.5; un índice alto indica alta diversidad. El índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

H' = Índice de Shanon- Wiener.

p_i = abundancia relativa de cada especie.

\ln = Logaritmo natural o neperiano.

5.2.11.3. Índice de similitud Sørensen

El índice de Sørensen es el más utilizado para el análisis de comunidades y permite comparar dos comunidades mediante la presencia o ausencia, de datos cualitativos de las especies en cada una de ellas, asignando doble peso a las especies con doble presencia o comunes (Mostacedo & Fredericksen 2000).

$$IS = \left[\frac{2C}{A + B} \right] \times 100$$

A = Número de especies en el muestreo A

B = Número de especies en el muestreo B

C = Número de especies comunes en ambos muestreos.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1.1. Curva área - Especie

En las dos PPMs se muestra que la curva no llega a estabilizarse, el número de especies aumenta a medida que se incrementa el área de muestreo. Esto muestra que las parcelas son heterogéneas, se observa un equilibrio en diferentes subparcelas pero que no se concreta y la curva no llega a estabilizarse por completo.

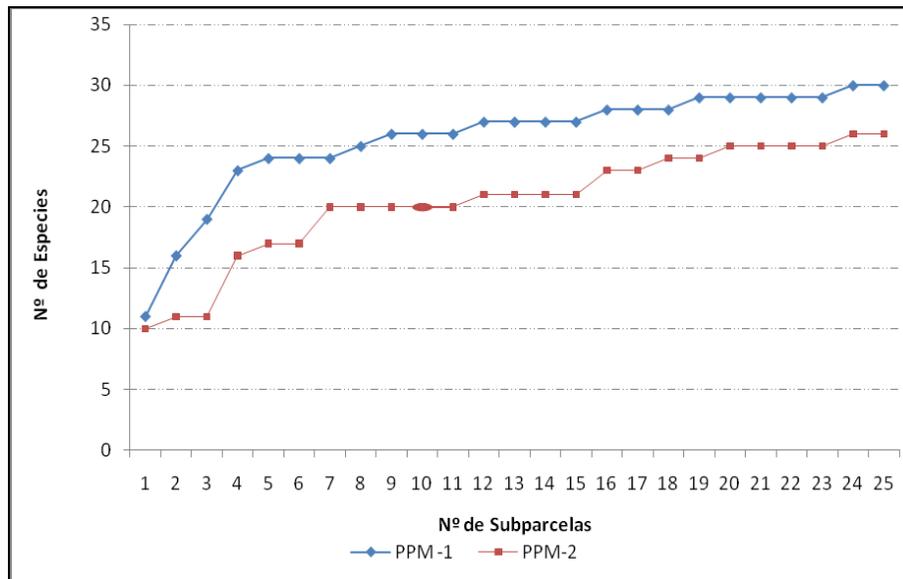


Figura 11. Relación área-especies en ambas parcelas del bosque de ceja de monte en Yungas sector Keara.

Las especies más comunes están representadas en las (subparcelas 1 - 7) Fig. 11 que muestra un incremento significativo en el número de especies, lo que demuestra que la diversidad de especies está concentrada en las siete primeras subparcelas.

A partir de estos puntos la curva - área especie presenta una curva casi estable, las especies que pueden faltar por encontrar serían probablemente especies raras que influirían en la pendiente de la curva. La curva nos muestra que el tamaño del área de las parcelas de 1 ha, es lo suficiente adecuado para obtener una muestra significativa de composición y estructura de estos bosques de Ceja de Monte en estudio.

Realizando las comparaciones entre las dos curvas se puede notar claramente que existen más especies en la PPM – 1, que podría deberse a la altitud ya que se encuentra a menor altitud que la PPM 2 (PPM-1 2.861 m, PPM-2 3.116 m). Gentry, 1995 indica que la riqueza de especies decrece con el incremento de la elevación.

Las especies raras encontradas en ambas parcelas de estudio y que influyen bastante en la curva área - especie son las que forma parte del grueso de la diversidad de árboles dentro de los bosques, este patrón se debe en parte a que las especies que aportan más a la diversidad regional que son las especies raras con baja abundancia local y cuya distribución espacial es poca conocida (Pitman, 2000)

Las especies raras están restringidas a un hábitat que requiere de un mayor número de muestras, dentro de estos bosques en estudio, las especies representadas por un solo individuo tienen un efecto importante por lo que representa la diversidad β (Romero-Saltos, 2001). Desde un punto de vista conservacionista estas especies raras merecen una atención especial por contar con una simple representación, contribuyen bastante con el número total de especies en parcelas de bosques con alta diversidad (da Silva *et al.* 2003).

En los bosques de ceja de monte dentro del área del Parque Nacional Madidi, las especies raras nos invitan a realizar colectas de campo para definir la distribución y origen de estas, para formar parte dentro de esta categoría de bosques a una altitud de >2.800 m y observar las condiciones ambientales a las que están sujetas estas formaciones boscosas.

6.2. Composición florística

6.2.1. Abundancia por familias

Para comparación en ambas parcelas en estudio se tomo los registros de las 10 familias más importantes en abundancia.

En la PPM-1 las familias con mayor abundancia fueron Myrsinaceae (24,7%), Rosaceae (15,5%), Cunoniaceae (13,1%), Theaceae (9,1%), Clusiaceae (7,8%), Clethraceae (6,8%), Chloranthaceae (6,7%), Cyatheaceae (4,7%), Lauraceae (3,5%) y Ericaceae (2,9%). Estas representan el (95,2%) del total de las familias registradas, mientras las familias restantes representan el (4,8 %) (Figura 12).

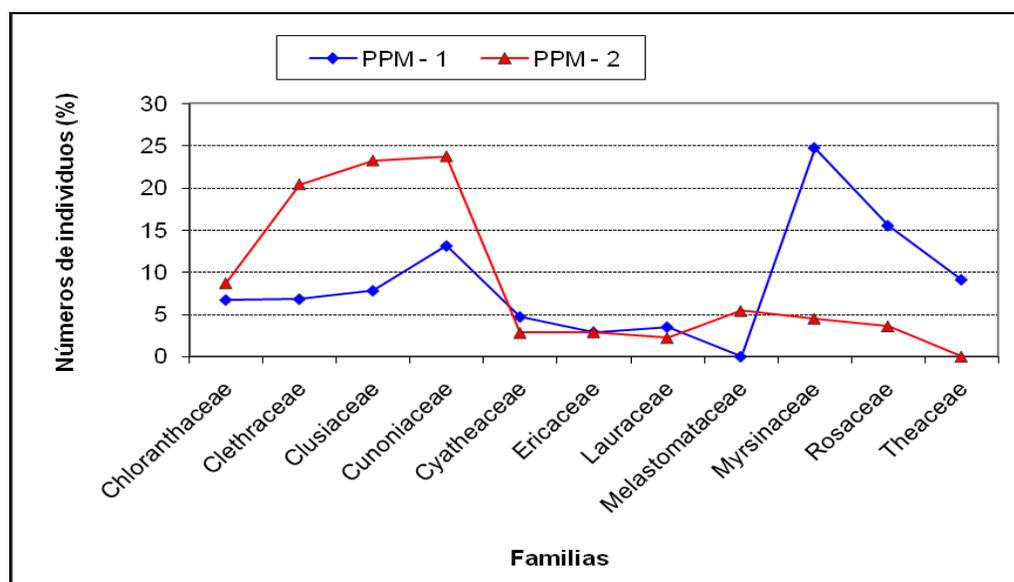


Figura 12: Las 10 familias más abundantes en las dos parcelas permanentes del bosque de ceja de monte en Yungas sector Keara.

En la PPM-2 las familias con mayor abundancia fueron Cunoniaceae (23,7%), Clusiaceae (23,2%), Clethraceae (20,4%), Chloranthaceae (8,7%), Melastomataceae (5,4%), Myrsinaceae (4,5%), Rosaceae (3,6%), Ericaceae (2,9%), Cyatheaceae (2,8%) y Lauraceae (2,2%), estas familias representan el (97,4%) mientras que las otras familias restantes representan el (2,6%), todos estos datos se muestran en la figura 12.

En la PPM - 1 las familias Clethraceae, Cunoniaceae y Clusiaceae ocupan el (5 - 15%) de la abundancia. Sin embargo en la PPM - 2 para estas mismas familias se registro entre un (20 - 25%) de abundancia. Estas familias son más abundantes en las parcela 2, lo que puede deberse a la altitud.

Lo contrario sucede con las familias Myrsinaceae, Rosaceae y Theaceae que en la PPM - 1 registran (10 - 25%) de abundancia y en la PPM - 2 menor al (5%), esto nos indica que hay mayor porcentaje de estas familias mencionadas a menor altitud 2.861 m en este tipo de bosque.

En cuanto a las familias, Cyatheaceae, Ericaceae y Lauraceae se encuentran en ambas parcelas en un porcentaje menor al (5 %). La familia Chloranthaceae se encuentra en ambas parcelas con un porcentaje de (5 - 10%).

Las familias, Myrsinaceae, Rosaceae y Cunoniaceae en la PPM - 1 resulto la más abundante a una altitud de 2.861 m. En la PPM - 2 las familias, Cunoniaceae, Clusiaceae y Clethraceae a una altitud de 3.116 m resultaron las más abundantes como se muestra en la (Fig. 12). El porcentaje de abundancia varía en ambas parcelas para estas familias.

La familia Cunoniaceae resulto ser la más abundante, en los dos rangos altitudinales la abundancia entre (25%) del total de los individuos registrados por familia, esto nos indica que es una familia característica del bosques de ceja de monte.

Las familias de mayor abundancia registradas en este estudio en ambas parcelas fueron: Myrsinaceae, Rosaceae, Cunoniaceae, Theaceae, Clusiaceae, Clethraceae, Chloranthaceae.

Cuadro 3. Comparación de la abundancia por familias con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.

Sector	Altitud (m)	Familias más abundantes	Fuente bibliográfica
Fuertecillo	2.000	Lauraceae, Cyatheaceae, Melastomataceae, Rubiaceae, Moraceae	*
Tokoaque I	2.200	Lauraceae, Cyatheaceae, Melastomataceae, Cunoniaceae, Rubiaceae	*
Tokoaque II	2.400	Cyatheaceae, Cunoniaceae, Lauraceae, Rubiaceae, Melastomataceae	*
Tokoaque III	2.550	Cunoniaceae, Euphorbiaceae, Cyatheaceae, Lauraceae, Theaceae	*
Chaquimayu I	2.861	Myrsinaceae, Rosaceae, Cunoniaceae, Theaceae, Clusiaceae,	Presente estudio
Chaquimayu II	3.116	Cunoniaceae, Clusiaceae, Clethraceae, Chloranthaceae, Melastomataceae	Presente estudio

* Base de datos Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi

Realizando las comparaciones con los datos extraídos de la base de datos del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi, (cuadro 3) se registro que la familia Lauraceae es la más abundante para estas localidades, lo contrario sucede en Chaquimayu I y II se le encuentra < 5% de abundancia. Para las familias Cunoniaceae, Clusiaceae, Theaceae la similaridad es muy parecida en abundancia. La familia Euphorbiaceae solo se encuentra en Chaquimayu I. La Familias Podocarpaceae y Moraceae no se registran en el presente estudio.

Bascope, (2004) realizo el estudio entre 1.850 y 2.023 m de altitud en PPMs, menciona que Lauraceae, Clethraceae, Clusiaceae, Theaceae se encuentran entre las 20 familias más importantes en abundancia, también menciona a Chloranthaceae, Cunoniaceae, Cyatheaceae, Myrsinaceae, Rosaceae, Rubiaceae entre las familias raras y con muy poca significancia dentro de este bosques montanos húmedos en los Yungas en la localidad de Chiriuno dentro del Parque Nacional Madidi. Podríamos mencionar que estas familias abundan en un rango de (1.800 a 3.000) realizando las comparaciones con el presente estudio.

En los estudios de Araujo (2005) realizados en la localidad de Tambo Quemado, usando parcelas temporales de muestreo en la misma formación vegetal y altitud que este estudio. Encontró las siguientes familias: Myrsinaceae, Cunoniaceae, Clethraceae, Clusiaceae, Rosaceae como las más abundantes, lo cual se asemeja a los resultados encontrados en esta investigación.

El estudio que realiza Perea (2005) en Parcelas Permanentes en el Perú en el Parque Nacional de Yanachaga-Chemillen a 3.200 m de altitud, registra entre las familias más abundantes a Cunoniaceae, Clusiaceae Melastomataceae, Chloranthaceae y Myrsinaceae. Comparando con el presente estudio tiene mucha similitud el orden en el cual se presentan las familias mencionadas.

6.2.2. Abundancia por especies

En la PPM - 1 presento 30 especies, las más abundantes fueron: *Myrsine coriacea* (25%), *Prunus integrifolia* (14,6%), *Weinmannia haenkeana* (7,1%), *Clethra ferruginea* (6,8%), *Hedyosmum racemosum* (6,7%), *Clusia flaviflora* (6,3%), *Weinmannia crassifolia* (5%), *Gordonia fruticosa* (4,7%), *Ternstroemia subserrata* (4,7%) y *Cyathea herzogii* (4,4%), estas especies representan el (85,0%) de abundancia, las restantes representan solo el (15,0%). Ver la figura 13.

La PPM - 2 presenta 26 especies las más abundantes fueron; *Clusia flaviflora* (23%), *Weinmannia crassifolia* (21%), *Clethra cuneata* (20,4%), *Hedyosmum racemosum* (8,7%), *Miconia biacuta* (5,2%), *Myrsine coriacea* (4,5%), *Prunus integrifolia* (3,3%), *Bejaria aestuans* (2,8%), *Persea vel sp. nov.* (2,1%) y *Cyathea austropallescens* (2%), estas 10 especies representan el (93,2%) de la abundancia total, las especies restantes representan solo el (6,8%). Ver la figura 13.

Las especies *Myrsine coriacea* y *Prunus integrifolia* son las más abundantes de la PPM - 1, para la PPM - 2- son menos abundantes < 5%. Las especies *Clethra cuneata*, *Clusia flaviflora* y *Weinmannia crassifolia* son abundantes de la PPM - 2 (21%), estas mismas especies en la PPM-1 su importancia es inferior presentando un porcentaje menor de abundancia (5 - 10%).

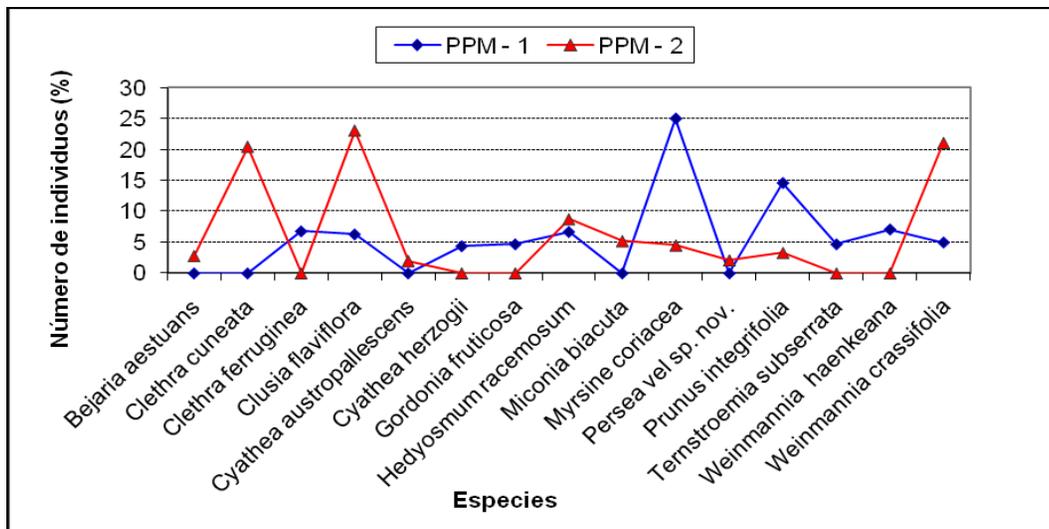


Figura 13. Las 10 especies más abundantes en las parcelas permanentes (PPM-1 y PPM-2) del bosque de ceja de monte de Yungas sector Keara.

La especie que comparten un valor similar de abundancia en ambas parcelas fue *Hedyosmum racemosum* (5 - 10%), esta especie es característico de los dos rangos altitudinales en la zona de estudio. Las especies exclusivas de la PPM - 1 fueron *Clethra ferruginea*, *Cyathea herzogii*, *Gordonia fruticosa*, *Ternstroemia subserrata*, y *Weinmannia haenkeana*. Las especies de la PPM - 2 fueron *Bejaria aestuans*, *Clethra cuneata*, *Cyathea austropallescens*, *Miconia biacuta* y *Persea vel sp. nov.* ver la figura 13.

Las especies; *Myrsine coriacea*, *Prunus integrifolia*, *Weinmannia haenkeana*, en la PPM -1 y *Clusia flaviflora*, *Weinmannia crassifolia*, *Clethra cuneata* en la PPM - 2 presentan los mayores porcentajes de abundancia en este estudio este hecho que podría verse favorecido por su adaptabilidad a suelos ($pH = 4.5$) y otro factor que probablemente contribuye estaría relacionado con las perturbaciones naturales tales caídas de árboles, precipitaciones fluviales (Foster & Brokaw 1990).

Bascope (2004) menciona que las especies *Cyathea caracasana*, *Clusia flaviflora* y otros se encuentran registradas entre las 20 especies más importantes y *Myrsine coriacea*, *Gordonia fruticosa* y otras, se registran en especies raras. Comprando con este autor estas especies mencionadas comparten un rango altitudinal aproximado entre (1.850 y 3.116) m de altitud.

Araujo (2005) encuentra *Clethra cuneata*, *Clusia flaviflora*, *Hedyosmum racemosum*, *Myrsine coriacea* y *Weinmannia auriculifera* y otros que se realizó (2.800 a 3.000 m) de altitud en los Yungas Tambo Quemado dentro del Parque Nacional Madidi, podríamos decir que estas especies abundan de 1.800 a 3.000 m de altitud realizando las comparaciones con el presente estudio.

Cuadro 4. Comparación de la abundancia por especies con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.

Sector de estudio	Altitud (m)	Especies más abundantes	Fuente bibliográfica
Fuertecillo	2.000	<i>Cyathea caracasana</i> , <i>Elaeagia mariae</i> , <i>Graffenrieda emarginata</i> , <i>Helicostylis tovarensis</i>	*
Tokoaque I	2.200	<i>Cyathea caracasana</i> , <i>Elaeagia mariae</i> , <i>Hedyosmum racemosum</i> , <i>Mollinedia beckii</i> , <i>Ocotea aciphylla</i>	*
Tokoaque II	2.400	<i>Cyathea caracasana</i> , <i>Elaeagia mariae</i> , <i>Weinmannia ovata</i>	*
Tokoaque III	2.550	<i>Gordonia fruticosa</i> , <i>Ocotea vel sp. nov. 1</i> , <i>Weinmannia ovata</i>	*
Chaquimayu I	2.861	<i>Myrsine coriacea</i> , <i>Prunus integrifolia</i> , <i>Weinmannia haenkeana</i> , <i>Clethra ferruginea</i> , <i>Hedyosmum racemosum</i> ,	Presente estudio
Chaquimayu II	3.116	<i>Clusia flaviflora</i> , <i>Weinmannia crassifolia</i> , <i>Clethra cuneata</i> , <i>Hedyosmum racemosum</i> , <i>Miconia biacuta</i>	Presente estudio

* Base de datos del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi

Las especies mencionadas en el cuadro 4 y realizando las comparaciones nos da a conocer que la abundancia de estas especies son distintas al presente estudio de Chaquimayu I y II. Los géneros que tienen una relación serían *Weinmannia*, *Clusia*, *Cyathea*.

El estudio que realiza Perea (2005) en Parcelas Permanentes en el Perú en el Parque Nacional de Yanachaga-Chemillen a 3.200 m de altitud, registra a las especies más abundantes *Weinmannia microphylla*, *Clusia multiflora*, *Hedyosmum cuatrecazanum*, *Ilex uniflor*, *Symplocos coriácea*, realizando la comparación con el presente estudio tiene mucha diferencia con las especies mencionadas. Realizando la comparación entre generos tienen una buena similitud entre ellos están *Weinmannia*, *Clusia*, *Hedyosmum*, *Myrsine* y *Cyathea*.

6.2.3. Dominancia por familia

El área basal de la PPM - 1 fue de 20,7 m² las y familias dominantes fueron: Myrsinaceae (22,3%), Cunoniaceae (15,5%), Clusiaceae (12,6%), Rosaceae (11,8%), Theaceae (9,5%), Clethraceae (10%), Chloranthaceae (5,2%), Lauraceae (4,3%), Ericaceae (4,2%) y Cyatheaceae (2,1%) estas principales 10 familias representan (96,31%), y las otras familias restantes representa (3,69%). Ver la figura 14.

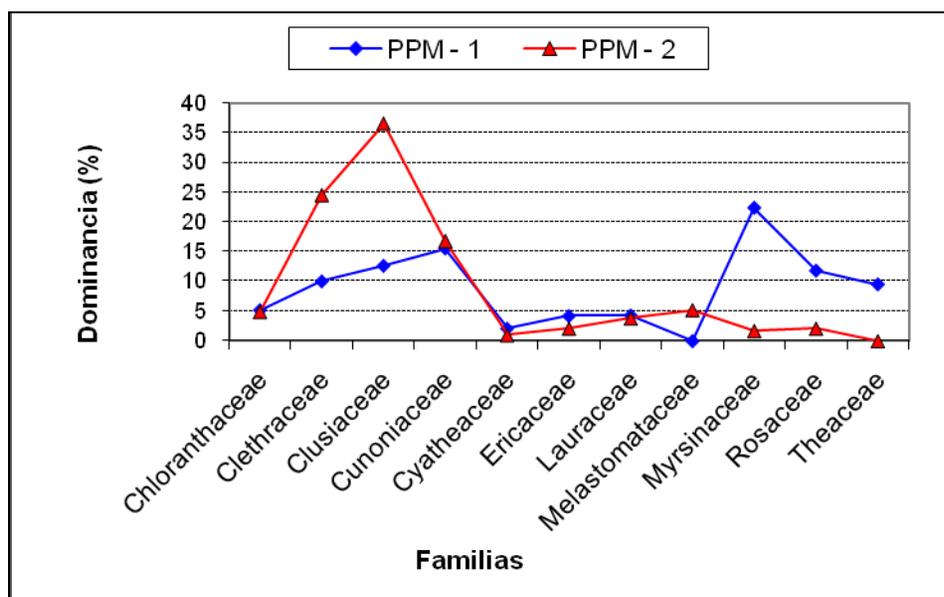


Figura 14. Las 10 familias más dominantes en las parcelas permanentes (PPM-1 y PPM-2) del bosque de ceja de monte en Yungas sector Keara.

El área basal de la PPM - 2 fue de 22,5 m² las familias dominantes fueron Clusiaceae (36,5%), Clethraceae (24,5%), Cunoniaceae (16,8%), Melastomataceae (5,2%), Chloranthaceae (4,9%), Lauraceae (3,8%), Ericaceae (2,1%), Rosaceae (2,1%), Myrsinaceae (1,7%) y Cyatheaceae (1%), estas 10 principales familias presentan (98,8%) y las otra familias restantes presentan el (1,2%). Ver la figura 14.

Las familias Myrsinaceae, Rosaceae y Theaceae registraron valores de dominancia entre (10 y 22 %) en la PPM - 1, estas mismas familias presentaron una dominancia menor al (5%) en la PPM - 2, mostrando que estas familias podrían dominar el bosque a altitudes de 2.861 m.

Las familias Clusiaceae y Clethraceae, resulto que en la PPM - 2 registro una dominancia (25 - 36%), en la PPM-1 se registro (9 - 12.5%) esto nos indica que hay mayor porcentaje de dominancia en familias mencionadas a una altitud 3.116 m.

Las familias Chloranthaceae (5%), Cunoniaceae (16%) y lauraceae (4%), se registraron con los índices de dominancia similares en ambas parcelas. Las familias que se encuentran en la PPM - 2 con un índice de dominancia menor al (5%) son: Cyatheaceae, Myrsinaceae, Ericaceae, Rosaceae.

Realizando las comparaciones para ambas parcelas en estudio las familias más dominantes fueron: Clusiaceae, Clethraceae, Cunoniaceae, Rosaceae y Myrsinaceae.

Realizando las comparaciones con las investigaciones de la base de datos Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi (cuadro 5) registra la familia Lauraceae es la más dominante, lo contrario sucede en Chaquimayu I y II se le encuentra (< 5%) poca dominancia. Para las familias Cunoniaceae, Clusiaceae, Theaceae la similaridad muy parecida en abundancia. La familia Euphorbiaceae solo se encuentra en Chaquimayu I. La Familias Podocarpaceae y Moraceae no se registran en el presente estudio.

Araujo (2005) en el sector Tambo Quemado describe a las especies Cunoniaceae, Clethraceae, Melastomataceae, Araliaceae, Myrsinaceae y Clusiaceae, que son las más importantes en abundancia que demuestra la similitud del presente estudio.

Cuadro 5. Comparación de la Dominancia por familia con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.

Sector	Altitud (m)	Las familias más dominantes	Fuente bibliografica
Fuertecillo	2.000	Lauraceae, Rubiaceae, Moraceae, Podocarpaceae, Cyatheaceae	*
Tokoaque I	2.200	Lauraceae, Cunoniaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Melastomataceae	*
Tokoaque II	2.400	Lauraceae, Cunoniaceae, Euphorbiaceae, Theaceae, Clusiaceae	*
Tokoaque III	2.550	Euphorbiaceae, Lauraceae, Theaceae, Cunoniaceae, Clusiaceae	*
Chaquimayu I	2.861	Myrsinaceae, Cunoniaceae, Clusiaceae, Rosaceae, Theaceae	Presente estudio
Chaquimayu II	3.116	Clusiaceae, Clethraceae, Cunoniaceae, Melastomataceae, Chloranthaceae	Presente estudio

* Base de datos del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi

El estudio que realiza Perea (2005) en Parcelas Permanentes en el Perú en el Parque Nacional de Yanachaga-Chemillen a 3.200 m de altitud, registra a las familias más dominantes, Cunoniaceae, Clusiaceae, Chloranthaceae, Melastomataceae, Aquifoliaceae, Myrsinaceae, realizando la comparación con el presente estudio tiene mucha similitud con las familias mencionadas.

6.2.4. Dominancia por especies

El resultado obtenido de la PPM - 1 en las especies dominantes o área basal fueron: *Myrsine coriacea* (22,3%), *Clusia flaviflora* (11,8%), *Prunus integrifolia* (11%), *Clethra ferruginea* (10%), *Weinmannia haenkeana* (8,6%), *Gordonia fruticosa* (6,5%), *Weinmannia crassifolia* (5,8%), *Hedyosmum racemosum* (5,1%), *Cavendishia bracteata* (3,3%) y *Ternstroemia subserrata* (3%), estos datos se muestran en la figura 15, estas 10 principales especies suman (86,4%) de área basal, mientras las especies restantes (13,6%).

La mayor cantidad de dominantes o área basal en la PPM – 1 se concentra en dos clases diamétricas (10 - 29,9 cm), este intervalo representa (81,1%) del área basal $16,65 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, el restante (18,9%) ($3,87 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$) es aportado por clases superiores 30 cm.

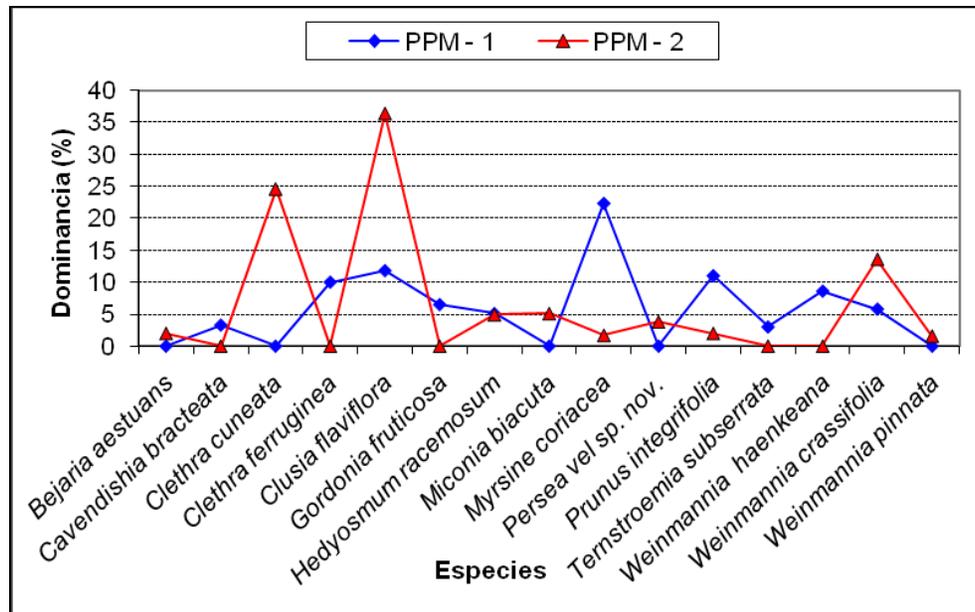


Figura 15. Las 10 especies más dominantes en las parcelas permanentes (PPM-1 y PPM-2) del bosque de ceja de monte en Yungas sector Keara.

El resultado obtenido PPM - 2 de las especies dominantes o área basal fueron; *Clusia flaviflora* (36,4%), *Clethra cuneata* (24,6%), *Weinmannia crassifolia* (13,6%), *Miconia biacuta* (5,1%), *Hedyosmum racemosum* (4,9%), *Persea vel sp. nov.* (3,8%), *Bejaria aestuans* (2%), *Prunus integrifolia* (2%), *Myrsine coriacea* (1,7%) y *Weinmannia pinnata* (1,6%) ver la figura 15. Las 10 principales especies suman el (96%) de área basal, mientras las otras especies restantes (4%).

La mayor cantidad de área basal en la PPM - 2 se concentra en tres clases diamétricas (10 - 39,9 cm), este intervalo representa (89,5%) del área basal $20.m^2 ha^{-1}$, el restante (10,5%) de área basal ($10,9 m^2 ha^{-1}$) es aportado por clases superiores 40 cm.

Las especies dominantes en la PPM - 1 *Myrsine coriacea*, *Prunus integrifolia* y *Gordonia fruticosa* se encuentra en (7 - 25%), en la PPM - 2 se muestra en un porcentaje de (5%), esto nos indica que hay mayor dominancia de especies mencionadas a una altitud de 2.861 m.

Las especies dominantes en la PPM - 2, *Clethra cuneata* y *Clusia flaviflora* se encuentra en (25 - 36%), en la PPM - 1 se muestra en un porcentaje de (12%) esto nos indica que hay mayor dominancia de las especies mencionadas a una altitud de 3.116 m. La especie de *Hedyosmum racemosum* tiene un comportamiento en dominancia de (5%) en ambas parcelas. Las especies dominantes en ambas parcelas fueron *Clethra cuneata*, *Clusia flaviflora*, *Weinmannia crassifolia*, *Prunus integrifolia* y *Myrsine coriacea*.

Araujo (2005) en el sector Tambo Quemado dentro del Parque Nacional Madidi, Ilego a encontrar, *Weinmannia fagaroides*, *Clethra cuneata*, *Miconia theizan*, *Myrsine dependens*, *scheffera herzogii* y *Clusia flaviflora* en orden de importancia en su investigación realizando la comparación se pudo observar que dos especies tienen una similitud en el presente estudio.

Cuadro 6. Comparación de la Dominancia por especie con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.

Sector	Altitud (m)	Familias más Dominantes	Fuente bibliográfica
Fuertecillo	2.000	Elaeagia mariae, Cyathea caracasana, Helicostylis tovarensis	*
Tokoaque I	2.200	Ocotea aciphylla, Beilschmiedia tovarensis, Weinmannia lechleriana, Elaeagia mariae, Cyathea caracasana	*
Tokoaque II	2.400	Weinmannia ovata, Ocotea aciphylla, Elaeagia mariae, Ocotea vel sp. nov.1	*
Tokoaque III	2.550	Ocotea vel sp. nov.1, Gordonia fruticosa, Clusia lechleri, Weinmannia ovata	*
Chaquimayu I	2.861	Myrsine coriacea, Clusia flaviflora, Prunus integrifolia, Clethra ferruginea, Weinmannia haenkeana	Presente estudio
Chaquimayu II	3.116	Clusia flaviflora, Clethra cuneata, Weinmannia crassifolia, Miconia biacuta, Hedyosmum racemosum	Presente estudio

* Base de datos del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi

Respecto al área basal en ambas parcelas que registro (20,7 y 22,5 m² ha⁻¹) de área basal, comparando con el estudio de Araujo (2005) que tiene valores superiores (25.13 m² ha⁻¹) el factor sería por el método empleado, el registro con un Dap ≥ 2,5 y que tiene muchos individuos, Valencia *et al.* (1997), sugiere que existiría una correlación entre el tamaño de los troncos y la altitud a la que se encuentra.

Las especies mencionadas en el cuadro 6 y realizando las comparaciones nos da a conocer que estas especies son distintas al presente estudio de Chaquimayu I y II, los géneros que pueden compartir la dominancia por especie serían *Weinmannia*, *Clusia*, *Cyathea*.

El estudio que realiza Perea (2005) en Parcelas Permanentes en el Perú en el Parque Nacional de Yanachaga-Chemillen a 3.200 m de altitud, registra a las especies más dominantes, *Weinmannia microphylla*, *Clusia multiflora*, *Hedyosmum cuatrecazanum*, *Ilex uniflora*, *Myrsine andina* *Symplocos coriácea*, realizando la comparación con el presente estudio tiene mucha diferencia con las especies mencionadas. Realizando la comparación entre género tienen una buena similitud entre ellos están *Weinmannia*, *Clusia*, *Hedyosmum*, *Myrsine* y *Cyathea*.

6.2.5. Frecuencia por familias

Las familias más frecuentes en la PPM - 1 fueron: Clusiaceae, Myrsinaceae, y Rosaceae que se encuentran en las 25 subparcelas estas familias indican una homogeneidad en la composición florística. Chloranthaceae y Cunoniaceae fueron registradas en 23 subparcelas, Theaceae en 18 subparcelas, Clethraceae, Cyatheaceae y Lauraceae en 16 subparcelas y Ericaceae en 14 subparcelas, como muestra la figura 16.

Las familias más frecuentes en la PPM - 2 fueron: Clusiaceae y Cunoniaceae registradas en las 25 subparcelas, estas familias indican una homogeneidad en la composición florística. Clethraceae es la única familia que se encuentra en 24 subparcelas, Chloranthaceae en 23 subparcelas, Melastomataceae en 18 subparcelas, Myrsinaceae en 17 subparcelas, Lauraceae en 12 subparcelas Rosaceae en 10 subparcelas, Cyatheaceae y Ericaceae en 9 subparcelas, como se muestra en la figura 16.

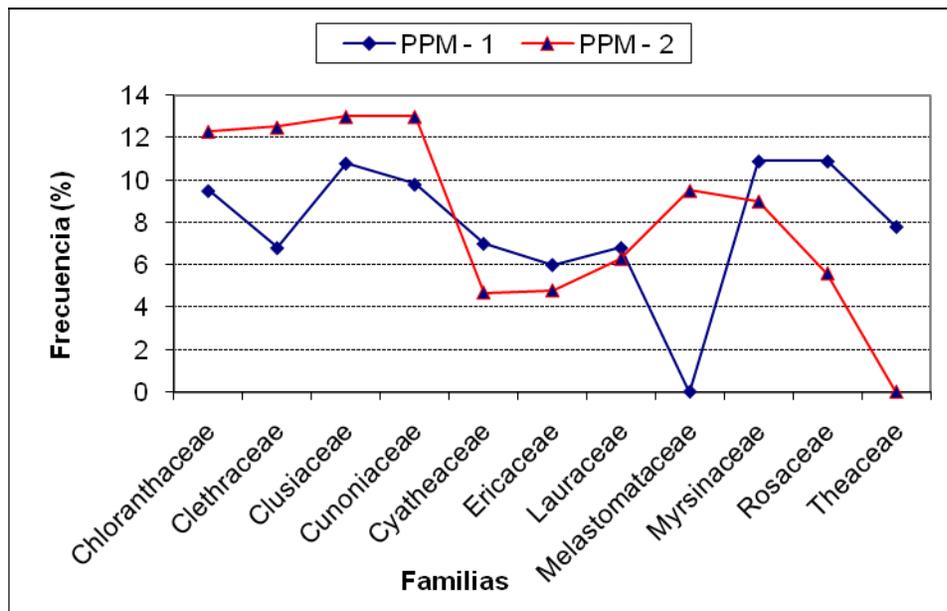


Figura 16. Las 10 familias más frecuentes en las parcelas permanentes (PPM-1 y PPM-2) del bosque de ceja de monte en Yungas sector *Keara*.

Las familias Chloranthaceae, Clethraceae, Clusiaceae y Cunoniaceae tienen una frecuencia entre (12 - 13%) en la PPM - 2, mientras en la PPM - 1 presentan una menor frecuencia (6 - 11%). Estas familias resultaron ser las más frecuentes a una altitud de 3.116 m. Cyatheaceae, Ericaceae y Lauraceae se encuentran en ambas parcelas con (5 - 7%) de frecuencia.

La Familia Melastomataceae se encuentra con una frecuencia de (9%) en la PPM - 2, en la PPM - 1 no se encuentra registrada. Theaceae se encuentra (7,8%) de frecuencia en la PPM -1 y en la PPM - 2 no se encuentra registrada.

Las familias Myrsinaceae y Rosaceae se encuentra en una frecuencia (10,5%) en la PPM - 1 en la PPM - 2 se encuentra en un porcentaje menor a (5,5 – 8,5%) de frecuencia. Estas familias fueron las más frecuentes a una altitud de 2.861 m.

Cuadro 7. Comparación de las familias más Frecuentes en otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.

Sector	Altitud (m)	Familias más Frecuentes	Fuente bibliográfica
Fuertecillo	2.000	Lauraceae, Cyatheaceae	*
Tokoaque I	2.200	Lauraceae, Cyatheaceae, Melastomataceae	*
Tokoaque II	2.400	Lauraceae, Cunoniaceae	*
Tokoaque III	2.550	Cunoniaceae, Clusiaceae, Euphorbiaceae, Theaceae	*
Chaquimayu I	2.861	Clusiaceae, Myrsinaceae, Rosaceae	Presente estudio
Chaquimayu II	3.116	Clusiaceae , Cunoniaceae	Presente estudio

* Base de datos del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi.

Las familias mencionadas en el cuadro 7 y realizando las comparaciones, las familia Lauraceae, Cyatheaceae son las más frecuentes en Fuertecillo, Tokoaque I y II mientras para la el presente estudio Chaquimayu I y II su frecuencia es menor al (7%). Las familias Clusiaceae, Cunoniaceae son parte de Tokoaque III con mayor frecuencia, para Chaquimayu I y II estas mismas familias también se encuentran entre las más frecuentes.

6.2.6. Frecuencia por especie

Las especies más frecuentes de la PPM - 1 fueron: *Myrsine coriacea* y *Prunus integrifolia* en 25 subparcelas, estas especies indican una homogeneidad en la composición florística, *Clusia flaviflora* presentes en 24 subparcelas, *Hedyosmum racemosum* en 23 subparcelas estas especies mencionadas se puede ver en la figura 18, *Weinmannia haenkeana* y *Ternstroemia subserrata* en 18 subparcelas, *Clethra ferruginea* en 16 subparcelas, *Cyathea herzogii* en 15 subparcelas, *Cavendishia bracteata* en 14 subparcelas y *Weinmannia crassifolia* en 13 parcelas, como muestra la figura 17.

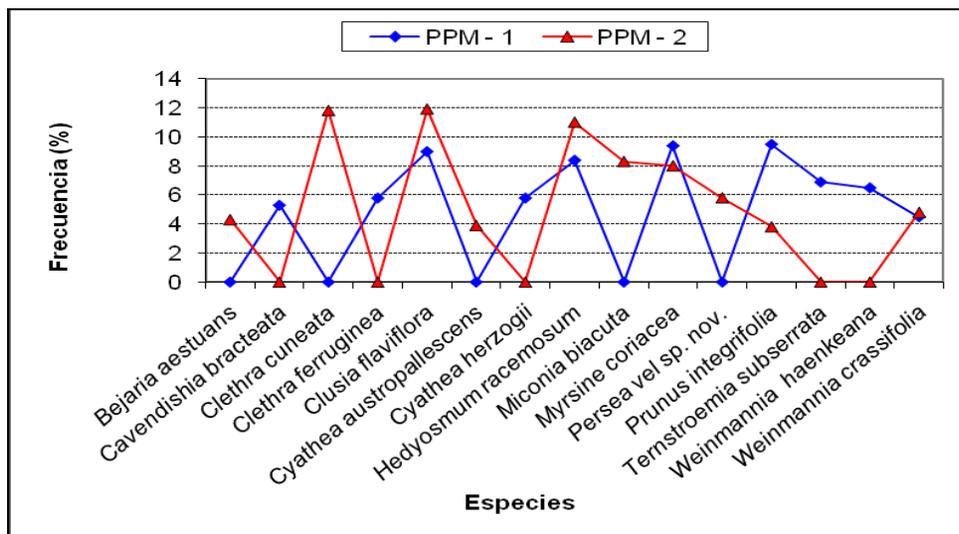


Figura 17. Especies más frecuentes en las parcelas permanentes (PPM-1 y PPM-2) del bosque de ceja de monte en Yungas.

Las especies más frecuentes de la PPM - 2 fueron: *Clusia flaviflora* se encuentra en 25 subparcelas, estas especies muestran una homogeneidad en la composición florística, *Weinmannia crassifolia* y *Clethra cuneata* en 24 subparcelas, *Hedyosmum racemosum* en 23 subparcelas estas especies mencionadas ver en la figura 19, *Miconia biacuta* y *Myrsine coriacea* en 17 subparcelas, *Persea vel sp. nov.* en 12 subparcelass, *Bejaria aestuans* en 9 subparcelas, *Cyathea austropallescens* y *Prunus integrifolia* en 8 subparcelas (3,8%), como muestra en la figura 17.

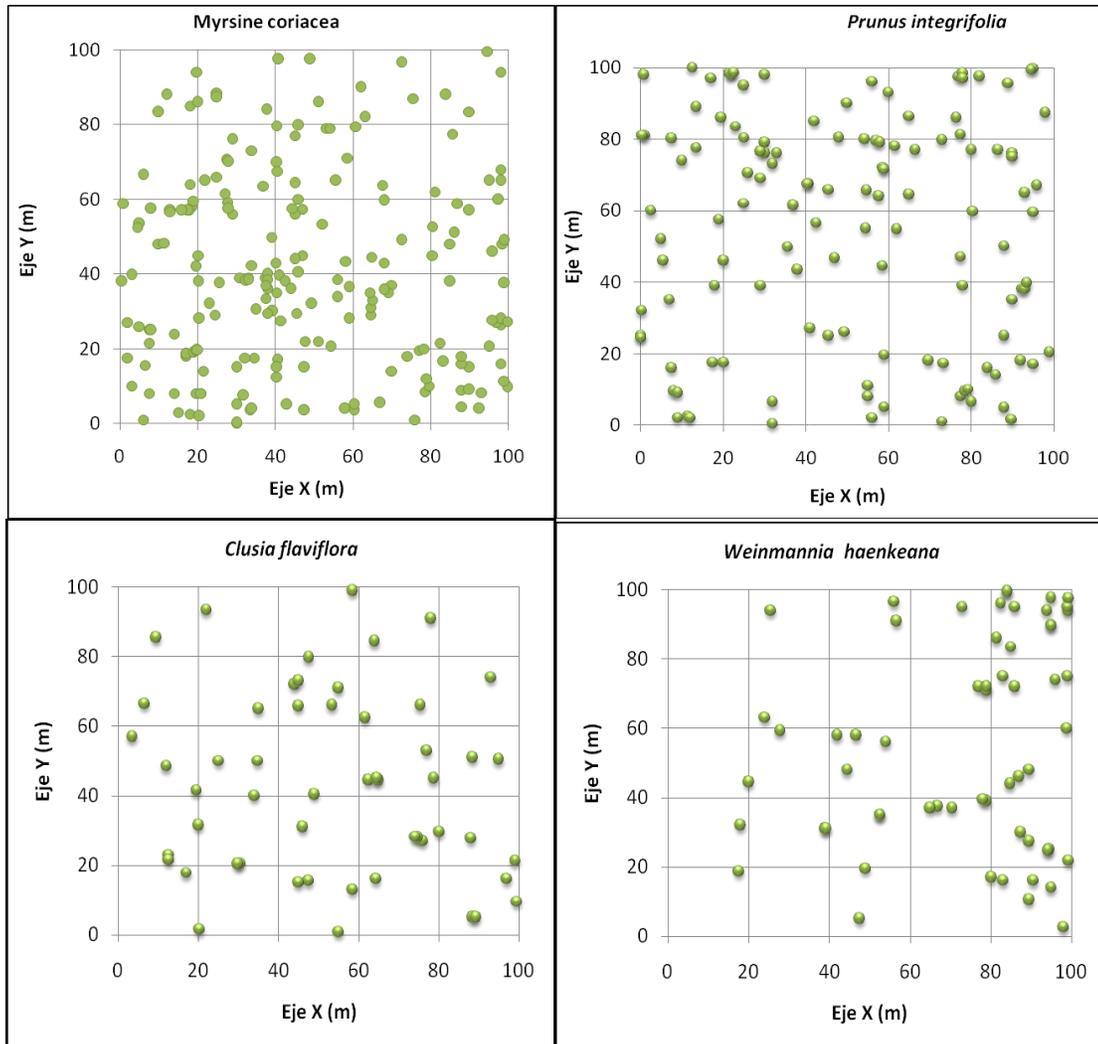


Figura 18. Distribución de las especies más importantes en la PPM – 1.

Las especies *Clethra cuneata*, *Clusia flaviflora*, *Hedyosmum racemosum*, y *Weinmannia crassifolia* se registro (10 - 12%) de frecuencia en la PPM - 2 ver la figura 19, Las especies *Clusia flaviflora*, *Hedyosmum racemosum*, *Myrsine coriacea* y *Prunus integrifolia* (8 - 10%) de frecuencia en la PPM - 1 ver la figura 18, Estas especies mencionadas se muestra una gran diferencia en su distribución entre la PPM-1 y PPM-2.

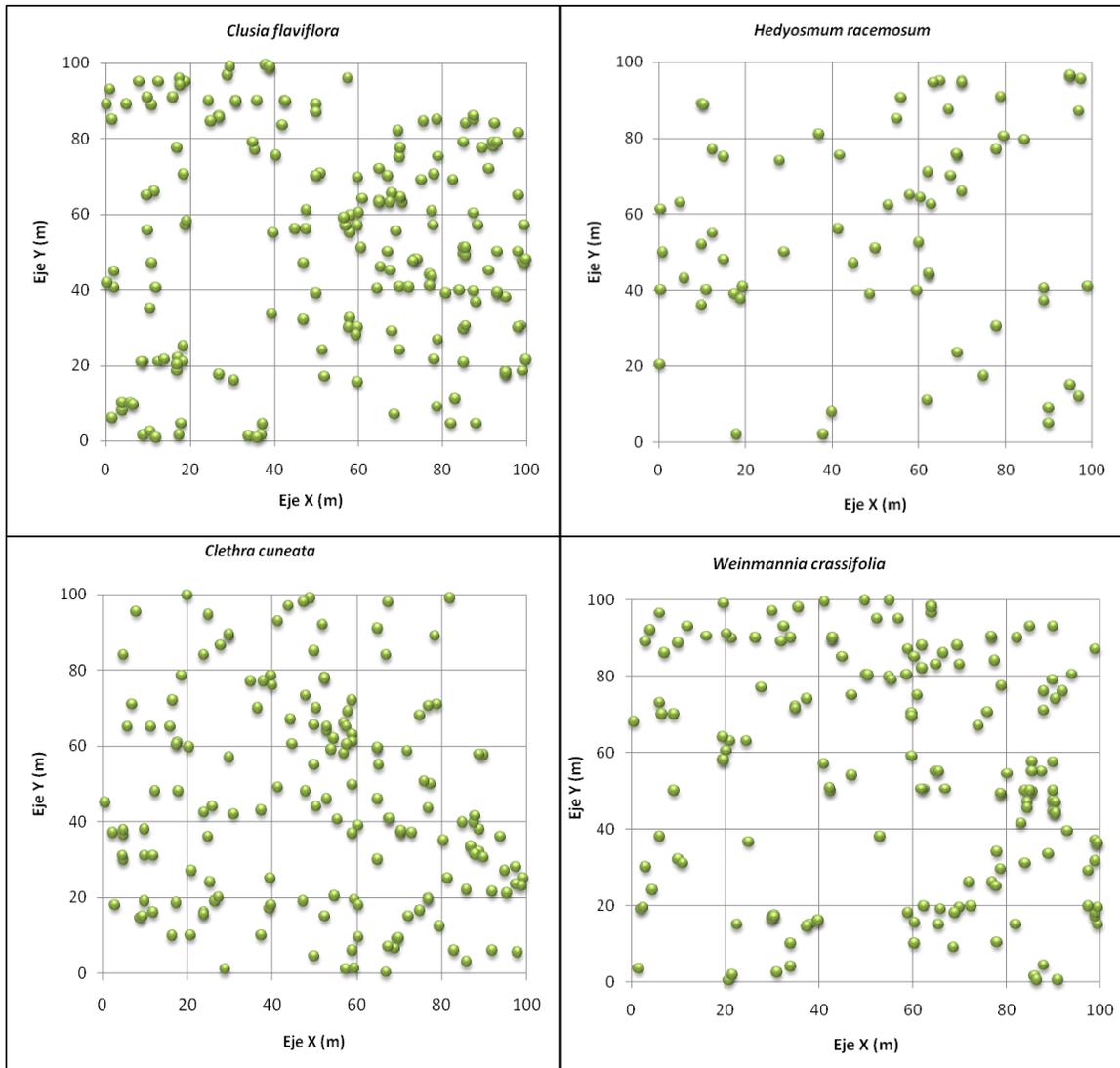


Figura 19. Distribución de las especies más importantes en la PPM – 2.

La especie *Myrsine coriacea* presenta una frecuencia aprox. de (8%) para ambas parcelas, constituyéndose en la única especie que comparte una frecuencia similar para ambas parcelas.

Cuadro 8. Comparación de las especies más frecuentes, en otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.

Sector	Altitud (m)	Especies más Frecuentes	Fuente bibliográfica
Fuertecillo	2.000	<i>Cyathea caracasana</i> , <i>Helicostylis towarensis</i>	*
Tokoaque I	2.200	<i>Cyathea caracasana</i> , <i>Mollinedia beckii</i>	*
Tokoaque II	2.400	<i>Cyathea caracasana</i> , <i>Weinmannia ovata</i>	*
Tokoaque III	2.550	<i>Weinmannia ovata</i> , <i>Gordonia fruticosa</i>	*
Chaquimayu I	2.861	<i>Myrsine coriacea</i> , <i>Prunus integrifolia</i>	Presente estudio
Chaquimayu II	3.116	<i>Clusia flaviflora</i> , <i>Weinmannia crassifolia</i>	Presente estudio

* Base de datos del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi.

Las especies mencionadas en el cuadro 8 y realizando las comparaciones el género *Cyathea* es la más frecuente en Fuertecillo, Tokoaque I y II este mismo género en el presente estudio de Chaquimayu I y II se lo llega a encontrar pero con muy baja frecuencia. El género *Weinmannia* se encuentran en una frecuencia similar a los estudios por (Proyecto Madidi).

El estudio que realiza Perea (2005) en Parcelas Permanentes en el Perú en el Parque Nacional de Yanachaga-Chemillen a 3.200 m de altitud, registra a las especies más frecuentes, *Weinmannia microphylla*, *Clusia multiflora*, *Hedyosmum cuatrecazanum*, *Cyathea ruiziana*, *Ilex uniflora*, *Myrsine andina* *Symplocos coriácea*, realizando la comparación con el presente estudio tiene mucha diferencia con las especies mencionadas. Realizando la comparación entre genero tienen una buena similitud entre ellos están *Weinmannia*, *Clusia*, *Hedyosmum*, *Myrsine* y *Cyathea*.

6.2.7. Valor Importancia por familia

Las familias con mayor Índice de Valor de Importancia Familiar (IVIF) dentro la PPM - 1 fueron, Myrsinaceae (15,7%), Cunoniaceae (14,6%), Rosaceae (11,2%), Clusiaceae (8,8%), Theaceae (8,3%), Lauraceae (7,7%), Clethraceae (6,3%), Cyatheaceae (5,3%), Chloranthaceae (5,0%) y Ericaceae (4,4%). Estas 10 familias representan el (94,1%) del total del IVIF, las otras familias suman el restante (5,9%) (Figura 20).

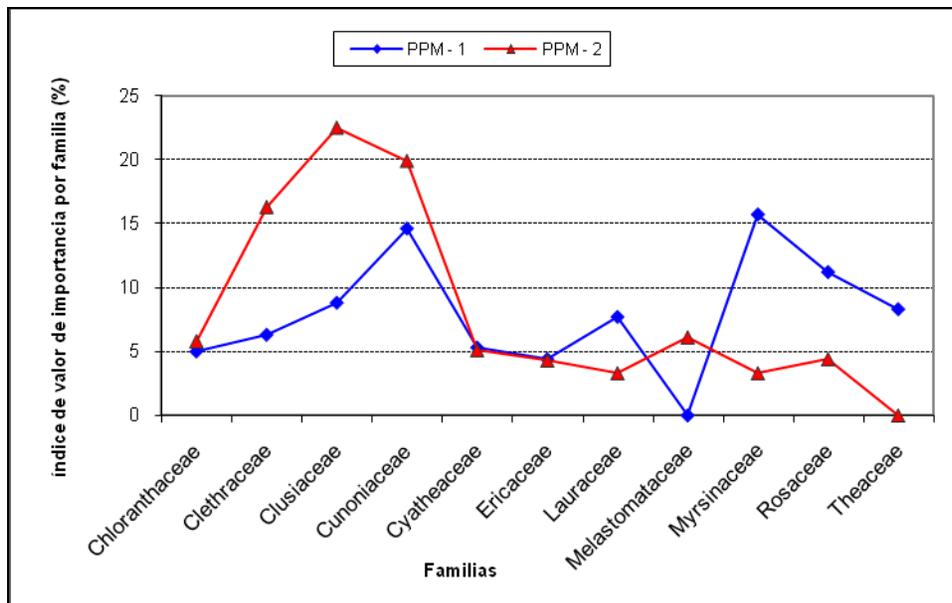


Figura 20. Representación porcentual del Índice de Valor de Importancia de las 10 familias más importantes de ambas parcelas (PPM-1 y PPM-2) del bosque de ceja de monte en Yungas sector Keara.

Las familias con mayor Índice de Valor de Importancia Familiar (IVIF) dentro la PPM - 2 fueron, Clusiaceae (22,5%), Cunoniaceae (19,9%), Clethraceae (16,3%), Melastomataceae (6,1%), Chloranthaceae (5,8%), Cyatheaceae (5,1%), Rosaceae (4,4%), Ericaceae (4,3%), Myrsinaceae (3,3%) y Lauraceae (3,3%), estas familias suman (91,1%) del total del IVIF, las familias restantes representan (8,9%) del total (figura 20).

Clethraceae, Cunoniaceae y Clusiaceae presentaron entre (16.3 - 22.5%) de importancia en la PPM-2, sin embargo en la PPM-1 su importancia se redujo entre (14.6 - 6.3%). Así mismo las familias Myrsinaceae, Rosaceae y Theaceae registraron entre (15,7 - 8,3%) de IVIF en la PPM 1, la PPM - 2 muestra los valores de importancia menores a (5%) para estas familias. Cyatheaceae y Ericaceae muestran un registro (5%) en ambas parcelas.

Al parecer la composición de familias para este tipo de bosque es muy variable, ya que las familias que acumulan mayores valores de IVIF no coinciden entre las parcelas

Cuadro 9. Comparación del Valor Importancia por familia con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.

Sector	Altitud (m)	Valor de Importancia por Familia	Fuente bibliográfica
Fuertecillo	2.000	Lauraceae, Moraceae, Rubiaceae, Cyatheaceae	*
Tokoaque I	2.200	Lauracea, Cunoniaceae, Melastomataceae, Euphorbiaceae, Cyatheaceae	*
Tokoaque II	2.400	Lauraceae, Cunoniaceae, Rubiaceae, Euphorbiaceae, Cyatheaceae	*
Tokoaque III	2.550	Lauraceae, Cunoniaceae, Theaceae, Euphorbiaceae, Cyatheaceae	*
Chaquimayu I	2.861	Myrsinaceae, Cunoniaceae, Rosaceae, Clusiaceae	Presente estudio
Chaquimayu II	3.116	Clusiaceae, Cunoniaceae, Clethraceae, Melastomataceae	Presente estudio

* Base de datos Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi.

La familia Lauraceae tiene un alto valor de importancia en todos los estudios que realiza el Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi ver cuadro 9 y los resultados que presenta este estudio en Chaquimayu I y II el valor de importancia es menor 7%. La familia Cunoniaceae no se presenta una importancia en fuertecillo pero se destaca un alto valor de importancia de 2.200 m a 3.116 m de altitud realizando las comparaciones.

El estudio que realiza Perea (2005) en Parcelas Permanentes en el Perú en el Parque Nacional de Yanachaga-Chemillen a 3.200 m de altitud, registra a las que tuvieron índice de valor de importancia familias, Cunoniaceae, Clusiaceae Chloranthaceae Melastomataceae, Aquifoliaceae, Myrsinaceae, realizando la comparación con el presente estudio tiene mucha similitud con las familias mencionadas.

6.2.8. Valor de Importancia por especie

El Valor de Importancia por especie dentro de la PPM-1 fueron: *Myrsine coriacea* (18,7%), *Prunus integrifolia* (11,6%), *Clusia flaviflora* (9,0%), *Weinmannia haenkeana* (7,4%), *Clethra ferruginea* (7,2%), *Hedyosmum racemosum* (6,8%), *Weinmannia crassifolia* (5,2%), *Ternstroemia subserrata* (4,8%), *Gordonia fruticosa* (4,3%), *Cyathea herzogii* (4,0%), Estas especies de importancia suman (79%) y las otras especies restantes representa el (21,0%) como muestra figura 21.

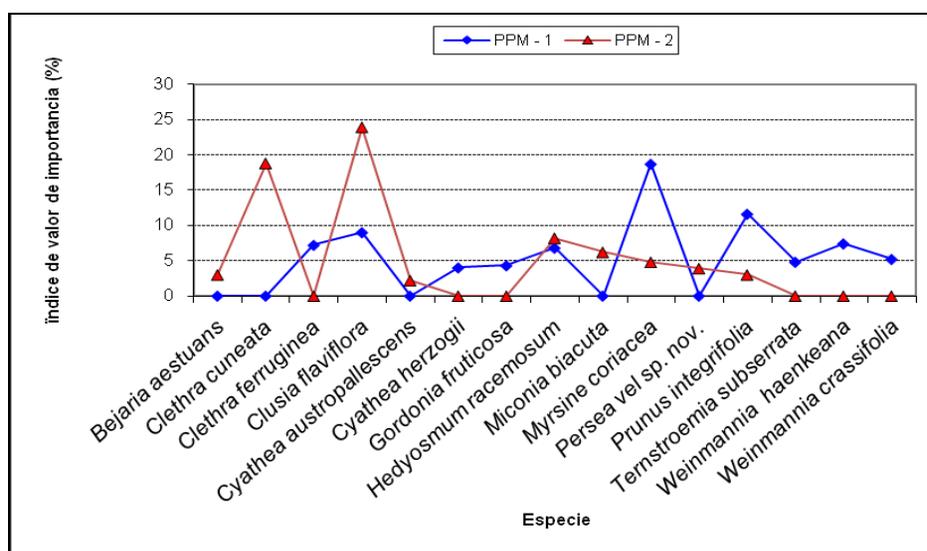


Figura 21. Representación porcentual del Índice de Valor de Importancia por especies en las (PPM-1 y PPM-2) del bosque de ceja de monte en Yungas sector Keara.

Las especies con Índice de Valor de Importancia por especie dentro de la PPM - 2 fueron: *Clusia flaviflora* (23,9%), *Clethra cuneata* (18,8%), *Weinmannia crassifolia* (15,3%), *Hedyosmum racemosum* (8,2%), *Miconia biacuta* (6,2%), *Myrsine coriacea* (4,8%), *Persea vel sp. nov.* (3,9%), *Prunus integrifolia* (3,0%), *Bejaria aestuans* (3,0%), *Cyathea austropallescens* (2,2%), estas especies de importancia suman (89,3%) y las especies restantes representa en total (10,7%). Ver en la figura 21

Myrsine coriacea de la PPM-1 y *Clethra cuneata* y *Clusia flaviflora* PPM-2 son las especie que muestra un valor de importancia mayor dentro de ambas parcelas.

Cuadro 10. Comparación del Valor Importancia por especie con otros estudios realizados dentro del Parque Nacional Madidi.

Sector	Altitud (m)	Valor de Importancia por especie	Fuente bibliográfica
Fuertecillo	2.000	<i>Cyathea caracasana</i> , <i>Elaeagia mariae</i> , <i>Helicostylis tovarensis</i>	*
Tokoaque I	2.200	<i>Ocotea aciphylla</i> , <i>Weinmannia lechleriana</i> , <i>Cyathea caracasana</i> , <i>Mollinedia beckii</i>	*
Tokoaque II	2.400	<i>Ocotea vel sp. nov.1</i> , <i>Weinmannia ovata</i> , <i>Elaeagia mariae</i>	*
Tokoaque III	2.550	<i>Gordonia fruticosa</i> , <i>Ocotea vel sp. nov.1</i> , <i>Weinmannia ovata</i>	*
Chaquimayu I	2.861	<i>Myrsine coriacea</i> , <i>Prunus integrifolia</i> , <i>Clusia flaviflora</i>	Presente estudio
Chaquimayu II	3.116	<i>Clusia flaviflora</i> , <i>Clethra cuneata</i> , <i>Weinmannia crassifolia</i> , <i>Hedyosmum racemosum</i>	Presente estudio

* Base de datos Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi.

Las especies mencionadas en el cuadro 10 y realizando las comparaciones nos da a conocer que estas especies son distintas al presente estudio de Chaquimayu I y II, Los géneros y especie que pueden compartir el valor de importancia serian *Weinmannia*, *Clusia*, *Cyathea*. *Gordonia fruticosa*.

El estudio que realiza Perea (2005) en Parcelas Permanentes en el Perú en el Parque Nacional de Yanachaga-Chemillen a 3.200 m de altitud, registra el valor de importancia por especie, *Weinmannia microphylla*, *Clusia multiflora*, *Hedyosmum cuatrecazanum*, *Ilex uniflora*, *Myrsine andina* *Symplocos coriáceae*, realizando la comparación con el presente estudio tiene mucha diferencia con las especies

mencionadas. Realizando la comparación entre generos tienen una buena similitud entre ellos están *Weinmannia*, *Clusia*, *Hedyosmum*, *Myrsine* y *Cyathea*.

6.2.9. Diversidad florística y variables dasonométricas

En resumen en las dos parcelas permanentes de 1 ha se evaluaron 1.617 individuos con DAP \geq 10 cm. Se registraron 19 familias, 25 géneros y 39 especies. En el cuadro 11 se presenta una descripción detallada de los resultados en ambas parcelas.

Cuadro 11. Características generales, de la diversidad y variables ecológicas en ambas parcelas permanentes del bosque de ceja de monte en Yungas sector Keara.

Parcela Permanente de muestreo (PPM)	PPM 1-	PPM 2-	Total
Altitud (m)	2.861	3.116	—
Coordenadas geográficas	14°40'55"S 69°01'21,5"W	14°41'9,9" S 69°01'42,9" W	—
Número de individuos	833	784	1.617
Nº. de árboles	794	762	1.556
Nº. de helechos arbóreos	39	22	61
Número de familias	17	16	19
Número de géneros	22	18	25
Número de especies/morfoespecies	30	26	39
Índice de diversidad (H')	2,6	2,2	
Índice de similitud (IS)	—	—	76%
Altura promedio (m)	13.2 \pm 4.1	11.2 \pm 3.3	
Altura máxima (m)	26	23	
DAP Promedio (cm)	16.6 \pm 6.4	17.6 \pm 7.31	
DAP máximo (cm)	45.5	51	
Área basal (m ²)	20.7	22.5	

Realizando las comparaciones en las dos parcelas estudiadas se evidencia que la PPM – 1 presenta la mayor riqueza con 30 especies ya que la PPM – 2 solo registró 26 especies. Los resultados obtenidos confirman la idea de que el número de especies decrece con el aumento de la altitud (Gentry 1995). La baja riqueza de la PPM -2 sería por la presencia de *Chusquea sp* en las 25 subparcelas lo que podría haber disminuido su diversidad, esta presencia de *chasquea sp* podría deberse a la existencia de derrumbes, la topografía, las propiedades físico-químicas del suelo y factores climáticos que es propio de estos bosques.

Cuadro 12. Comparaciones del número de familias, genero, especie e individuos DAP \geq 10 cm encontradas en las dos parcelas permanentes del presente estudio comparadas con otros estudios dentro del Parque Nacional Madidi.

Localidad	Altitud (m)	Nro. de Familias	Nro. de géneros	Nro. de especies	Nro. de individuos	Fuente bibliográfica
Rio Chiriuno	1.850	32	46	72	692	Bascope 2004
Fuertecillo II	1.900	31	57	88	772	*
Fuertecillo I	2.000	27	44	71	746	*
Tokoaque I	2.200	30	47	69	716	*
Tokoaque II	2.00	28	41	75	767	*
Tokoaque III	2.550	25	35	61	752	*
Chaquimayu I	2.861	17	22	30	833	Presente estudio
Chaquimayu II	3.116	16	18	26	784	Presente estudio

* Base de datos Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi.

La riqueza florística encontrada en el presente estudio es inferior a la encontrada por Bascope (2004) en río Chiriuno, y el Proyecto Madidi como muestra el cuadro 12.

El estudio realizado Perea (2005) en Parcelas Permanentes con un Dap \geq 10 en el Parque Nacional Yanachaga Chemillen (Perú), registro 575 individuos, 43 especies, 21 géneros y 19 familias a una altitud de 3.200 m inferior a lo encontrado.



Fotografía 10. Especies encontradas dentro del Parque Nacional Madidi en bosques de ceja de monte en Yungas sector Keara.



Fotografía 11. Especies encontradas en el presente estudio.

6.2.9. Similitud florística

Para las dos parcelas el índice de similitud de Sørensen (IS) fue de (76,6%) de similitud florística y (23,4%) de especies raras. Se encontraron 15 especies compartidas entre ambas parcelas; 12 especies fueron exclusivas de la PPM -1 y 11 especies de la PPM -2.

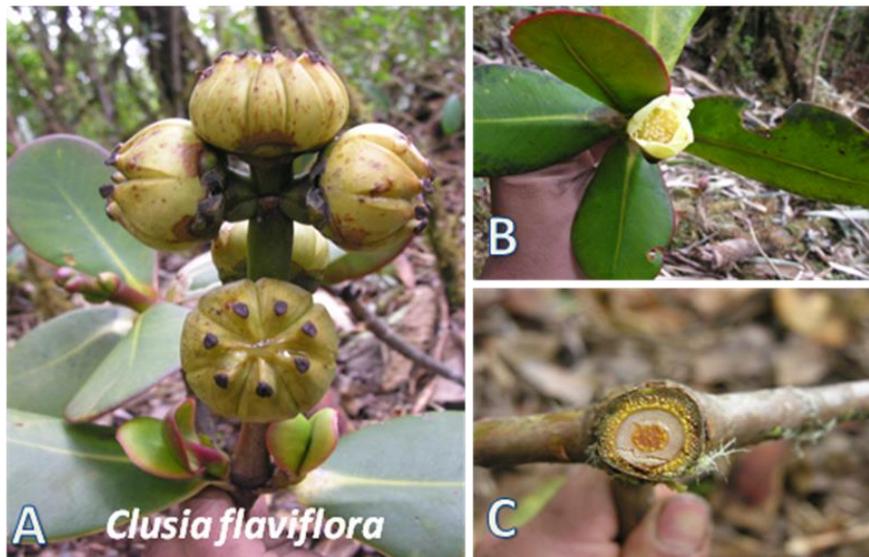
Las especies más comunes en ambas parcelas fueron; *Clusia flaviflora* (Clusiaceae), *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae), *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae), *Weinmannia crassifolia* (Cunoniaceae), *Prunus integrifolia* (Rosaceae), *Gordonia fruticosa* (Theaceae), como muestra el cuadro 13.

Cuadro 13. Comparando la Similitud de especies en las dos parcelas

Especies exclusivas de la (PPM – 1) 2861 m de altitud	Especies comunes en ambas parcelas	Especies exclusivas de la (PPM – 2) 3116 m de altitud
1.- <i>Alchornea brittonii</i>	1.-Bejaria aestuans	1.- <i>Brunellia rhoides</i>
2.- <i>Axinaea lanceolata</i>	2.- <i>Cavendishia bracteata</i>	2.- <i>Cinchona pubescens</i>
3.- <i>Cinchona calisaya</i>	3 - <i>Clusia flaviflora</i>	3.- <i>Clethra cuneata</i>
4.- <i>Clethra ferruginea</i>	4 - <i>Clusia ternstroemioides</i>	4.- <i>Cyathea austropallescens</i>
5.- <i>Cyathea dintelmanii</i>	5.- <i>Cyathea caracasana</i> var.	5.- <i>Cyathea delgadii</i>
6.- <i>Cyathea herzogii</i>	<i>boliviensis</i>	6.- <i>Ilex microstricta</i>
7.- <i>Gaiadendron punctatum</i>	6.- <i>Gordonia fruticosa</i>	7.- <i>Miconia biacuta</i>
8.- <i>Hesperomeles ferruginea</i>	7.- <i>Hedyosmum racemosum</i>	8.- <i>Prunus huantensis</i>
9.- <i>Meliosma frondosa</i>	8.- <i>Myrsine coriacea</i>	9.- <i>Schefflera trollii</i>
10.- <i>Schefflera herzogii</i>	9.- <i>Persea vel sp. nov.</i>	10.- <i>Tibouchina bicolor</i>
11.- <i>Ternstroemia subserrata</i>	10.- <i>Prunus integrifolia</i>	11.- <i>Weinmannia reticulata</i>
12.- <i>Weinmannia haenkeana</i>	11.- <i>Symplocos mapiriensis</i>	
	12.- <i>Weinmannia auriculata</i>	
	13.- <i>Weinmannia auriculifera</i>	
	14.- <i>Weinmannia crassifolia</i>	
	15.- <i>Weinmannia pinnata</i>	



Fotografía 12. **A** Individuo que pertenece a la familia Araliaceae. **B** Especie que se registro en la parcela dos. **C** Especies que se registro en la parcela uno.



Fotografía 13 Especies que se encuentra en las dos parcelas **A** Fruto **B** Flor **C** Corte transversalal futo.

6.2.10. Índice de diversidad de Shannon – Wiener

Los índices de diversidad en cada una de las parcelas obtuvieron valores diferentes, la diversidad de la PPM - 1 tiene un valor de ($H=2.6$) siendo el más diverso en relación a la PPM – 2, que presenta ($H=2.2$) esto indica que la distribución de especies fue mejor en la parcela uno, aunque el valor de la diversidad no fue tan alta.

El índice de Shannon indica que hay diferencia en la diversidad de especies entre parcelas. El cual es correspondido con las curvas de acumulación de especies y los índices dando a conocer que la PPM-1 fue la más rica y diversa (figura 11), los valores de diversidad mostraron diferencias significativas entre parcelas, esto debido a la variación altitudinal.

Estos resultados dan a conocer que en estos bosques la diversidad alfa se ve afectada por la altitud, es decir el número de individuos por especie y la riqueza de especies aumenta según la variación altitudinal.

Cuadro 14. Comparación de la diversidad de Shanon-Wiener con otros estudios realizados dentro de los bosques montanos pluvial de la Región del Madidi.

Sector	Altitud (m).	Índice de Diversidad (H')	Fuente bibliográfica
Fuertecillo	2.000	3.4	*
Tokoaque I	2.200	3.6	*
Tokoaque II	2.400	3.5	*
Tokoaque III	2.550	3.2	*
Chaquimayu I		2.6	Presente estudio
Chaquimayu II		2.2	Presente estudio

* Base de datos del Proyecto Inventario Florístico de la Región Madidi.

Realizando la comparación con estudios (Proyecto Madidi) realizados dentro del bosque montano pluvial en la región de Madidi (cuadro 14) dan a conocer que la diversidad es variables y superior al presente estudio, ya que estando a altitudes menores la diversidad fue mayor.

Gentry & Dodson (1987) señalan que existe un pico de diversidad en elevaciones medias, en el presente trabajo se observó este patrón. A medida que existe el incremento de altitud la diversidad va disminuyendo, existe poca variación esto puede deberse a que no consideré especies con DAP menores a 10 cm. Ya que los mismos son más diversos a altitudes medias.

En otro estudio realizado por Araujo (2005) el índice de diversidad fue mayor con valores de 4.1 y 4.3, quien incluyó individuos con $DAP \geq 2,5$ cm demostrando de esta forma que la diversidad también depende de la metodología a emplear al realizar los inventarios.

Navarro (2002) indica que en los Yungas la diversidad vegetal llega a depender de las características topográficas y altitudinales, determinando ciertos microclimas muy diferentes entre sí lo explicarían las diferencias de especies encontradas, en comparación con los estudios realizados dentro del bosque montano.

6.3. Estructura de la vegetación

6.3.1. Distribución de las especies

La distribución para las dos parcelas fue homogénea, llegando a encontrarse un número determinado de individuos en cada una de las 25 sub parcelas (ver la fig. 22 y 23), no mostrando así claros lugares vacíos de individuos, Esto nos indica que la selección para la instalación de las parcelas y a la representación de estos bosques en estudio fue satisfactorio.

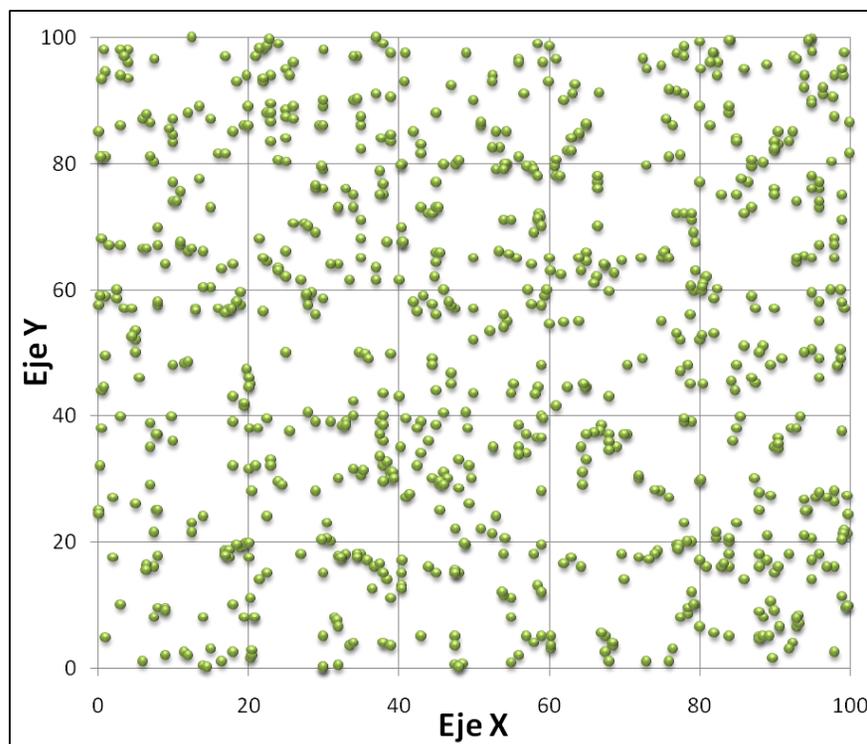


Figura 22. Distribución ecológica de todas las especies registradas en la PPM-1.

La distribución de las especies según (Navarro *et al.*,2004) en colectas encuentra los géneros: *Hedyosmum*, *Myrsine*, *Weinmannia*, *Prunus*, *Clusia*, *Cyathea* y *Clethra* .las especies (*Clusia flaviflora*, *Weinmannia auriculata*, *Weinmannia crassifolia*, *Weinmannia reticulata*, *Prunus integrifolia* y otros).indica que son características de la ceja de monte inferior pluvial de los Yungas de Coroico y Ceja de monte pluvial

húmeda de los Yungas del Cotacajes, de muestra que los resultados encontrados se asemeja a lo que mencionado por el autor.

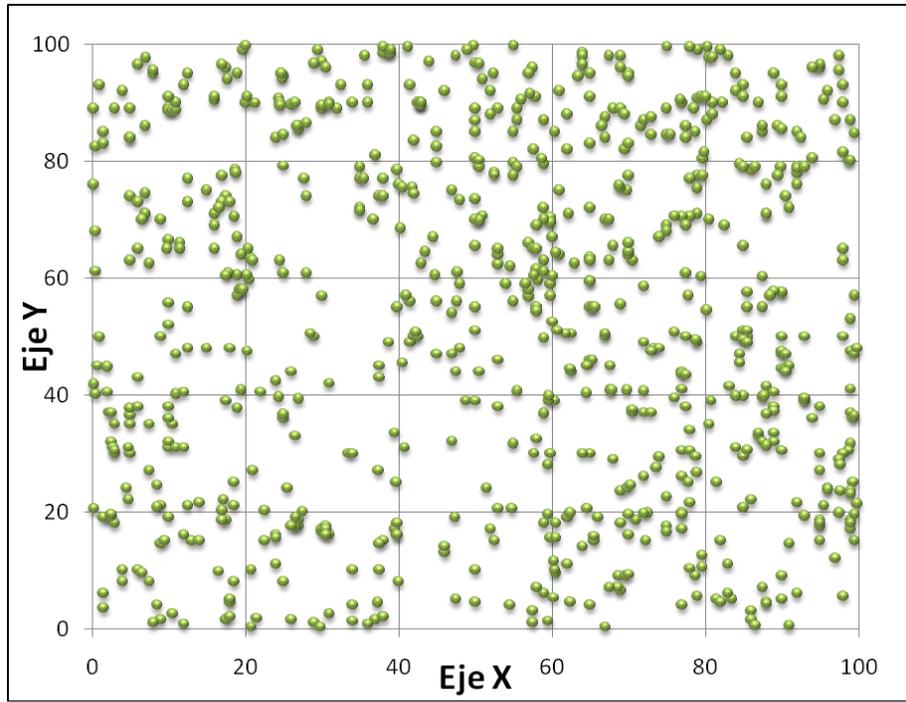


Figura 23. Distribución ecológica de todas las especies registradas en la PPM-2.

6.3.2. Estructura horizontal

El número de especies, individuos y área basal para cada clase diamétrica a los intervalos de 10 cm de la PPM-1 está representado en la figura 24 La distribución de los individuos forma una clásica “J” invertida característica de los bosques bien conservados por la mayor concentración de individuos en clases diamétricas menores y pocos individuos en clases diamétricas mayores. De 833 individuos registrados en la PPM-1 la mayoría son relativamente pequeños (95%) con DAP menor a 30 cm.

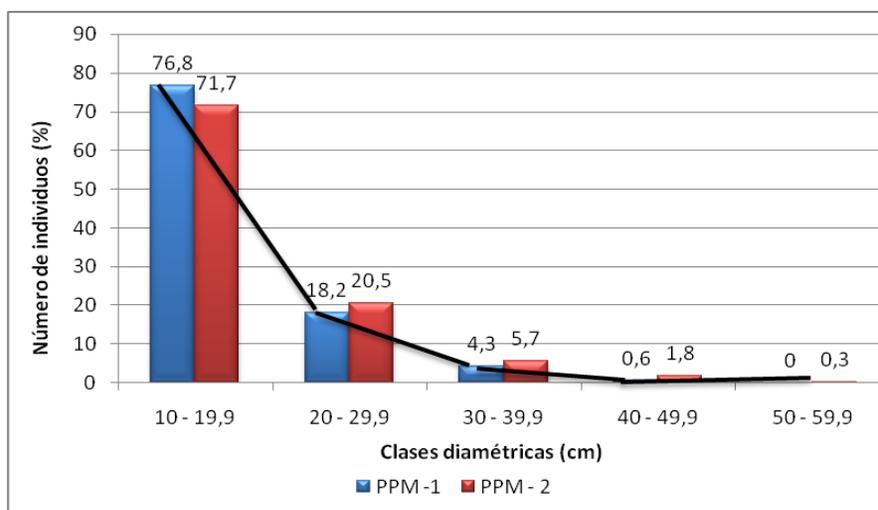


Figura 24. Distribución de clases diamétricas de las dos parcelas.

La primera clase diamétricas (10-19.9) contiene la mayor cantidad de individuos (76.8%), área basal (48.3%) y especies (30); entre las especies con mayor número de individuos están *Myrsine coriacea* (162 individuos), *Prunus integrifolia* (106 individuos), *Hedyosmum racemosum* (46 individuos) y *Ternstroemia subserrata* (37 individuos). Las especies que contiene menor número de individuos se encuentran clases diamétricas (40 – 49.9), encontrándose 5 individuos de diferentes especies, con un área basal (0.67 m²) estas son *Weinmannia crassifolia*, *Gordonia fruticosa*, *Clusia flaviflora*, *Persea vel sp. Nov.* y *Bejaria aestuans*, que registró el mayor diámetro de las dos parcelas. Ver el cuadro 14

Cuadro 15. Riqueza de especies y estructura horizontal de la PPM-1 de acuerdo a clases diamétricas.

Clases diamétricas (cm)	Individuos		Especies		Área basal	
	Nº	(%)	Nº	(%)	m ² ha ⁻¹	(%)
10 - 19,9	640	76,8	30	100	9,91	48,3
20 - 29,9	152	18,2	19	63,3	6,74	32,8
30 - 39,9	36	4,3	9	30	3,2	15,6
40 - 49,9	5	0,6	5	16,7	0,67	3,3

Realizando la relación altura vs diámetro como se observa en la figura 25, la parcela fue muy densa en registros, presentando que el 80% son entre (10 - 29,9 cm) de Dap y (5 – 30 m) de altura se encuentran 100% de las especies, entre (30 - 39,9 m) de diámetro con la misma altura mencionada se encuentran 15,6% de los registro esto nos quiere decir que estos individuos van entrando en competencia para alcanzar una buena altura y realizar una buena fotosíntesis, entre (40-49,9 cm) Dap se encuentran los más gruesos en diámetros.

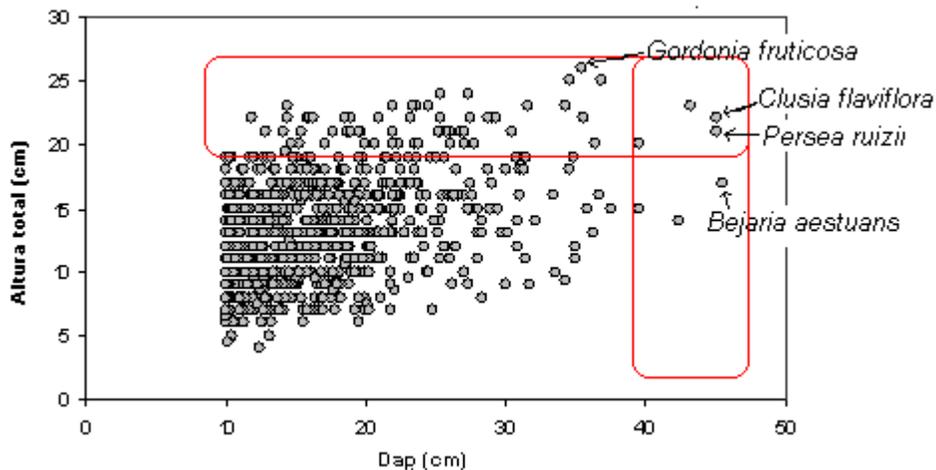


Figura 25. Relación de altura y diámetro sobre DAP \geq 10 cm de la PPM-1.

La especie *Bejaria aestuans* (Ericaceae) fue el individuo más grueso 45.5 cm con una altura de 17 seguida *Persea ruizii* (Lauraceae), *Clusia flaviflora* (Clusiaceae) con 45 cm y con una altura de 22 m, *Gordonia fruticosa* (Theaceae) es la especie más alta con 26 m, en la intersección se puede observar cuatro registros que forma parte de los más gruesos y más altos. Ver la figura 25.

En la PPM- 2 las diferentes clases diamétricas representados en el cuadro 15. La distribución de los individuos también se presenta en forma de “J” como se muestra en la figura 24. De 784 individuos registrados en la parcela la gran mayoría son pequeños en diámetro (92.2%) con un DAP menores a 30cm.

La primera clase diamétricas (10 – 19.9) contiene la mayor cantidad de individuos (562), área basal (8.9%) y especies (26), entre las especies con mayor número de individuos están *Weinmannia crassifolia* (146 individuos), *Clethra cuneata* (99 individuos), *Clusia flaviflora* (79 individuos), *Hedyosmum racemosum* (62 individuos) y *Myrsine coriacea* (35 individuos).

Las clases diamétricas restantes también disminuyen significativamente, las especies que contiene menor número de individuos se encuentran clases diamétricas (40–49.9) y (50–59.9), entre estos se encuentran las especies *Clusia flaviflora* (10 individuos), *Clethra cuneata* (4 Individuos) *Weinmannia pinnata* (1 individuo), *Persea vel sp. nov.* (1 individuo).

Cuadro 16. Riqueza de especies y estructura horizontal de la PPM-2 de acuerdo a clases diamétricas.

Clases diamétricas (cm)	Individuos		Especies		Área basal	
	Nº	(%)	Nº	(%)	m ² ha ⁻¹	(%)
10 - 19,9	562	71,7	26	100	8,9	39,6
20 - 29,9	161	20,5	11	42,3	7,23	32,1
30 - 39,9	45	5,7	7	26,9	4	17,8
40 - 49,9	14	1,8	4	15,4	2,05	9,1
50 – 59,9	2	0,3	1	3,8	0,4	1,8

Realizando la relación altura vs diámetro para la PPM-2 como se observa en la figura 26, la parcela fue muy densa en registros, presentando que el 92% son entre (10 - 29,9 cm) de Dap y (5 – 25 m) de altura se encuentran 100% de las especies registradas, entre (30 - 39,9 m) de diámetro con la misma altura mencionada se encuentran (5,7%)de los registro, esto nos quiere decir que muy pocos individuos van entrando en competencia para alcanzar una buena altura y realizar una buena fotosíntesis, entre (40 - 59,9 cm) de Dap se encuentran los más gruesos en diámetros.

La especie *Clethra cuneata* (Clethraceae) fue el individuo más grueso con 51 cm y 13 m de altura, seguida por el individuo más alto *Clusia flaviflora* (Clusiaceae) con 45,8 cm y con una altura de 23 m. en la intersección se puede observar seis registros que forma parte de los más gruesos y más altos. Ver la figura 26

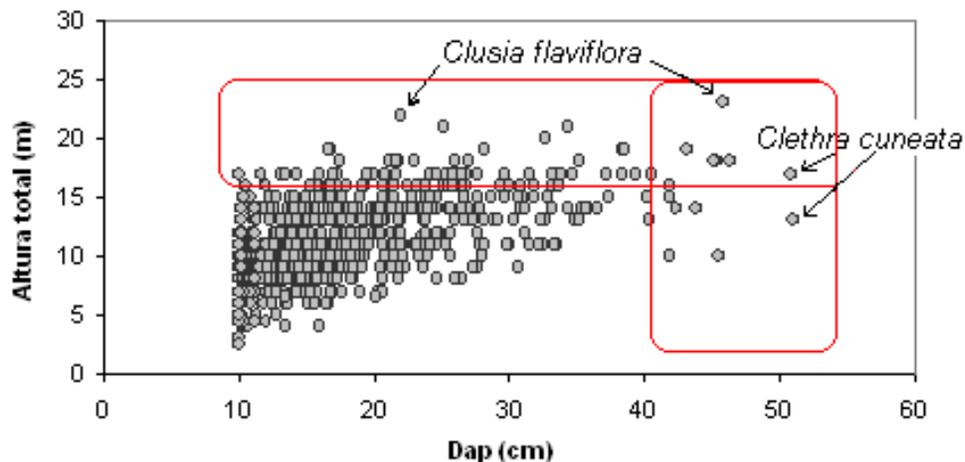


Figura 26. Relación de altura y diámetro sobre DAP \geq 10 cm de la PPM – 2.

Realizando las comparaciones entre ambas parcelas se puede observar que la que la PPM-1 muestra una variación entre (5 - 26) m de altura con un diámetro entre (10 - 45.5), Para la PPM-2 registra entre (10 - 51) cm de Dap con una altura que varía entre (4 – 23) m. De acuerdo a las observaciones podríamos decir que la parcela uno tiene los arboles más altos y los diámetros similares en relación a la PPM-2.

Las clases dimétricas menores presentes en ambas parcelas, muestra una reserva de individuos que son lo suficiente abundante para sustituir a individuos grandes cuando mueren, en este sentido el “rendimiento sostenido natural” esta obviamente asegurado (Lamprecht, 1990), el crecimiento de los individuos implica una competencia y solo una parte de la comunidad llega a la madures (Valerio & Salas 2001).

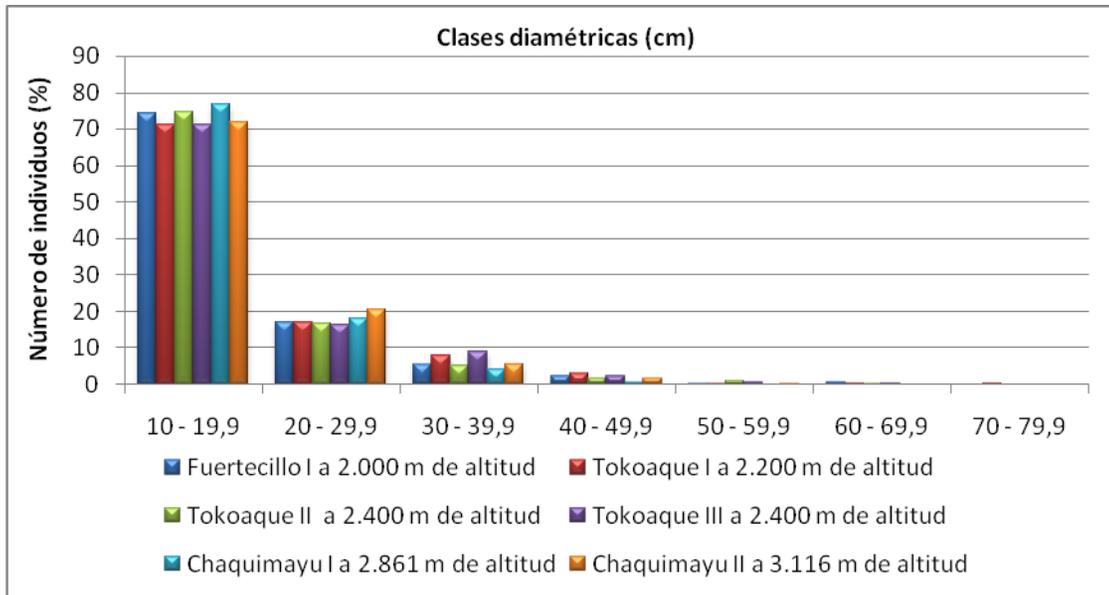


Figura 27. Comparación de la distribución de clases diamétricas en diferentes altitudes en parcelas permanentes (Proyecto Madidi) dentro del Parque Nacional Madidi.

En la figura (27) nos muestra el comportamiento de las clases diamétricas en estudios de (Araujo en preparación) mostrando una buena regeneración natural que se expresa a través de la curva de distribución en forma de “J” invertida, otros registros dentro del Parque (Bascopé, 2005, Chapi, 2008) y en el Parque Nacional de Yanachaga Chemillén Perú (Perea, 2005) También son similares al presente estudio.

6.3.3. Estructura vertical

Los individuos de la PPM-1 muestran alturas que varían desde 4 m hasta 26 m agrupados en clases altimétricas de 5 m; Fig. 30 y cuadro 16 con un promedio total de 13,2 m formando cuatro estratos sotobosque, subdosel, dosel y emergentes, de 833 individuos registrados en la parcela más de la mitad (63.1%) tienen alturas (< 15 m).

El nivel sotobosque comprendido en la primera clase altimétrica (< 5 m) se encuentran, *Cyathea herzogii*, *Cyathea dintelmanii* y *Prunus integrifolia* representado por un individuo.

De los registrados en la parcela más de la mitad (62,6%) tienen alturas (5 – 14,9) m constituyendo el nivel de subdosel, entre las especies con mayor número de individuos están, *Myrsine coriacea* (125 individuos), *Prunus integrifolia* (87 individuos), *Hedyosmum racemosum* (43 individuos), *Cyathea herzogii* (33 individuos), *Weinmannia crassifolia* (29 individuos), *Weinmannia haenkeana* (25 individuos), *Gordonia fruticosa* (23 individuos).

El nivel de dosel comprendido en la clase altimétrica 15 – 29,9 m representada (36,61%), siendo las especies más abundantes *Myrsine coriacea* (81 individuos), *Clusia flaviflora* (34 individuos), *Prunus integrifolia* (34 individuos), *Weinmannia haenkeana* (34 individuos) y *Clethra ferruginea* (32 individuos),

En la clase altimétrica (25-29,9) m, representado por el nivel emergente se encuentra una especie *Gordonia fruticosa* (3 individuos).

Cuadro 17. Riqueza de especies en relación a la estructura vertical en la PPM-1.

Clase altimétrica (m)	Individuos		Especies	
	Nº	(%)	Nº	(%)
<5	3	0,36	3	10,0
5 - 9,9	180	21,60	22	73,33
10 - 14,9	342	41,05	27	90,0
15 - 19,9	245	29,41	23	76,66
20 – 24,9	60	7,20	12	40,0
25 – 29,9	3	0,36	1	3,33

En la PPM-2 muestran alturas que varían desde 2.5 m hasta 23 m agrupados en clase altimétricas de 5 m; Fig. 30 y cuadro 17 con un promedio total de 11,2 m, de 784 individuos registrados en la parcela más de la mitad (82,51%) tienen alturas (< 15 m).

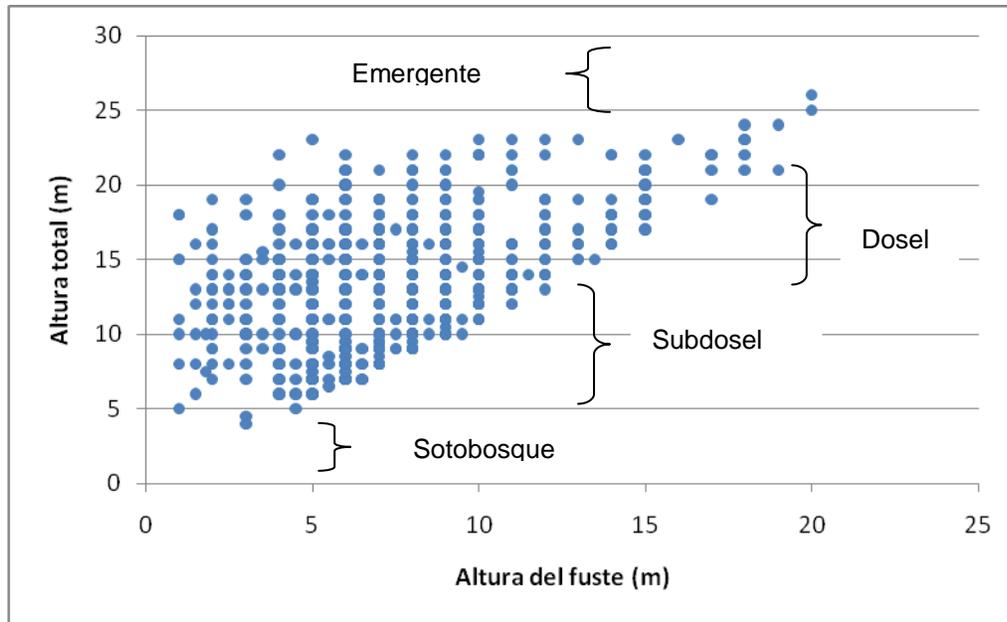


Figura 28. Relación de altura total y altura de fuste sobre DAP \geq 10cm de la PPM-1

En la PPM-2 muestran alturas que varían desde 2.5 m hasta 23 m agrupados en clase altimétricas de 5 m; Fig. 30 y cuadro 17 con un promedio total de 11,2 m, de 784 individuos registrados en la parcela más de la mitad (82,51%) tienen alturas (< 15 m).

El nivel sotobosque comprendido en la primera clase altimétrica (< 5 m) se encuentran el género *Cyathea*.

El (81,11 %) tienen alturas (5 – 14,9) m constituyendo el nivel de subdosel, entre las especies con mayor número de individuos están, *Myrsine coriacea* (34 individuos), *Weinmannia crassifolia* (157 individuos), *Clethra cuneata* (114 individuos), *Clusia flaviflora* (116 individuos), *Hedyosmum racemosum* (66 individuos) y *Miconia biacuta* (37 individuos).

El nivel de dosel comprendido en la clase altimétrica (15-19,9) m representada (16,83%), siendo las especies más abundantes *Clethra cuneata* (44 individuos) y *Clusia flaviflora* (61 individuos), en la clase altimétrica (20-25) m representado en el nivel emergente se encuentra una especie *Clusia flaviflora* (4 individuos) y *Clethra cuneata*.

Cuadro 18. Riqueza de especies en relación a la estructura vertical de la PPM-2

Clase altimétrica(m)	Individuos		Especies	
	Nº	(%)	Nº	(%)
<5	11	1,40	5	19,20
5 - 9,9	282	35,96	26	100,0
10 - 14,9	354	45,15	22	84,6
15 - 19,9	132	16,83	11	42,3
20 – 24,9	5	0,64	2	7,69

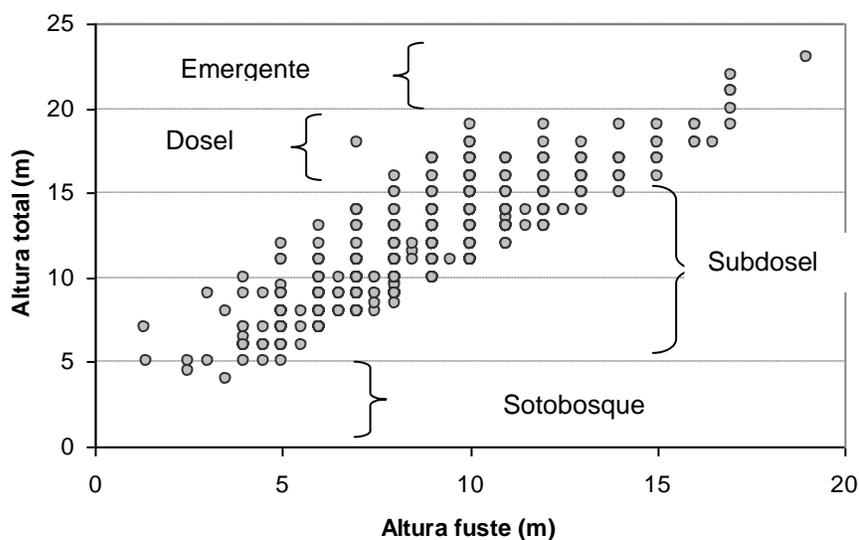


Figura 29. Relación de altura total y altura de fuste sobre DAP ≥ 10cm de la PPM-2.

Realizando las comparaciones para ambas parcelas de la figura 30, se observa que (< 5 m) de altura se encuentran muy pocos individuos registrados, el grueso de registros se observa entre (5 - 19,9) m que es la mayor concentración de individuos, entre (20 - 24,9) m de altura se encuentran pocos registros, (25 - 29,9) se tienen registros de la PPM -1 no así de la parcela dos.

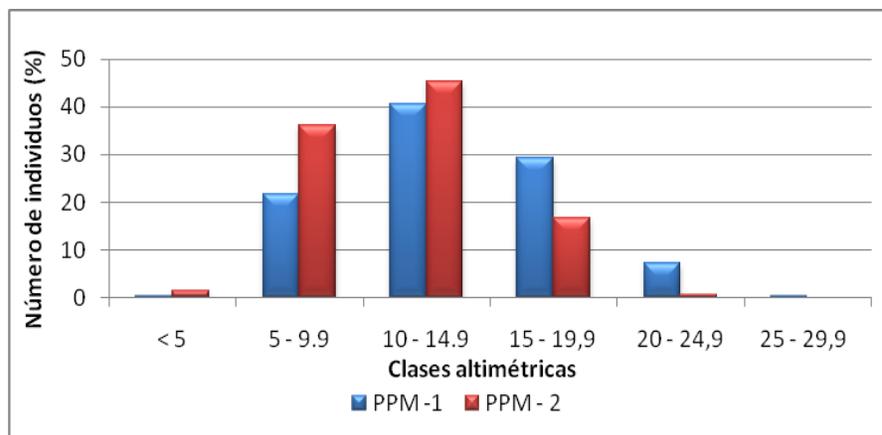


Figura 30. Distribución por clases altimétricas de las dos PPMs

Ulloa & Jorgensen (1993) indica que la característica de estos bosques está dado por un denso bosque entre los 5 a 15 m de alto, dentro del presente estudio el promedio está dado en ambas parcelas (13.2 y 11.2 m), que coincide con las observaciones del autor mencionado).

Los helechos arbóreos del género *Cyathea* encontrados en ambas parcelas a menudo alcanzaron diez metros de altura en promedio siendo plantas típicas forman parte del estrato Sotobosque de esta altitud en estudio (Zenteno, 2000).

El estrato dosel y subdosel concentran una cantidad de individuos y especies en ambas parcelas, lo que concuerda con Lamprecht (1990) que define que estas especies como “especies de distribución vertical continua”, la mayoría pertenece al grupo de árboles menores de segundo y tercer porte, de los cuales alcanzan el piso superior.

Realizando las comparaciones en clases altimétricas se puede observar en la figura 31 que el comportamiento del presente estudio es similar a investigaciones de (Proyecto Madidi) en Fuertecillo, Tokoaque I II y II que las comparaciones es la siguiente:

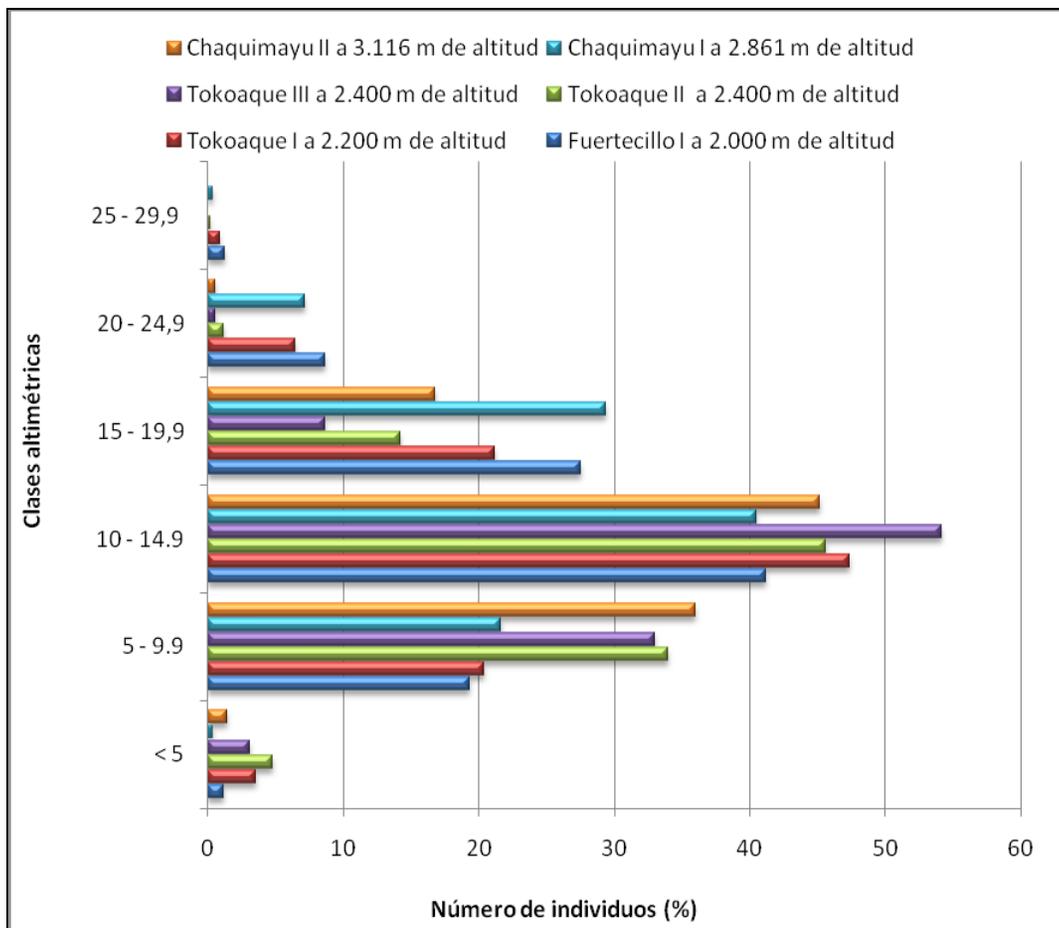


Figura 31. Comparación de clases altimétricas en diferentes altitudes en parcelas permanentes (Proyecto Madidi) dentro del Parque Nacional Madidi.

En la primera clase altimétrica < 5 m, muestra que pocos individuos forma parte de esta categoría en un menor < 5%. En la segunda clase altimétrica (5-9,9) m entre (20-35 %), en la tercera clase altimétrica (10-14,9) m se encuentra la gran mayoría de los individuos (42-54 %), en la cuarta clase (15-19,9) m el número de individuos va en descenso (14 -30 %), en la cuarta clase altimétrica (20-24,9) m entre (0.6 -8.7 %).

En la quinta clase altimétrica (25-29,9) m registran entre (0.36-1.3 %) no llegando a registrarse dos parcelas Tokoaque III y Chaquimayu II, otros registros dentro del Parque Nacional Madidi, (Bascope 2005, Chapi 2008) y en el Parque Nacional de Yanachaga Chemillen Perú (Perea, 2005) a Dap. ≥ 10 cm que también son similares al presente estudio.

6.4. Variables ecológicas

6.4.1. Posición de copa

Exposición lumínica de las copas respecto a la luz solar de un total 833 individuos registrados en la PPM – 1. En 563 individuos se encuentran en la categoría emergente la parte superior de la copa totalmente expuesta y libre de competencias 141 individuos se registraron en plena iluminación superior de la copa expuesta a la luz vertical, 73 individuos se encuentran en alguna iluminación superior de la copa que está expuesta a la luz parcialmente sombreado por otras copas, 43 individuos se registraron alguna luz lateral de la copa enteramente sombreado de la luz vertical, 13 individuos se registraron con ausencia de la luz enteramente sombreado (Fig. 32).

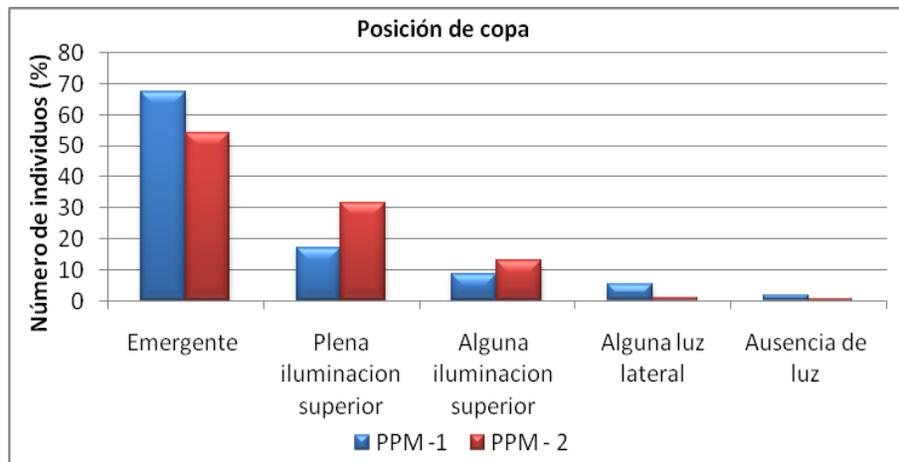


Figura 32. Posición de copa vs. número de individuos de las dos parcelas

La exposición lumínica de las copas respecto a la luz solar de un total 784 individuos censados en la PPM- 2 en 425 individuos se presentan en la categorías emergente la parte superior de la copa totalmente expuesta y libre de competencias, 247 individuos se encuentran en plena iluminación superior de la copa expuesta a la luz vertical, 101 individuos se registraron en alguna iluminación superior de la copa que está expuesta a la luz parcialmente sombreado por otras copas, 7 individuos se presentaron alguna luz lateral de la copa enteramente sombreado de la luz vertical y 4 individuos en ausencia de luz enteramente sombreado (Fig.32).

En la PPM-1 y PPM-2 como se muestra en la (Fig.32) la mayoría de los individuos tienen la posición de la copa emergente, esto significa que las dos parcelas se registraron árboles que la parte superior de la copa se encuentra totalmente expuesta a la luz vertical y libre de competencias esto se debe por la homogeneidad de la distribución de individuos que presento en ambas parcelas.

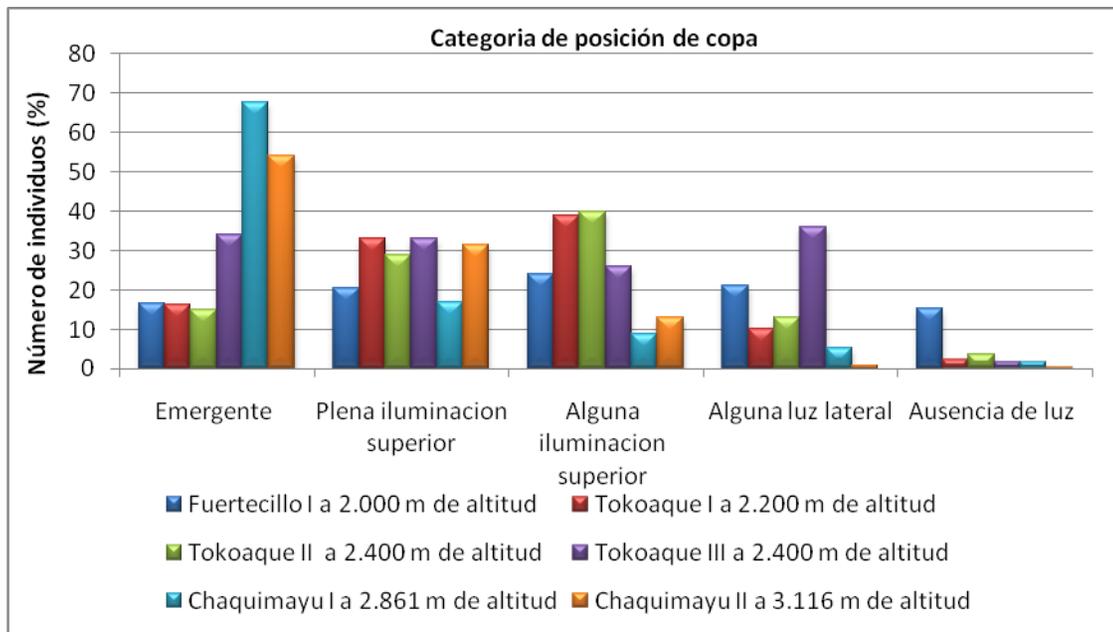


Figura 33. Comparación de posición de copa en diferentes altitudes en parcelas permanentes (Proyecto Madidi) dentro del Parque Nacional Madidi.

En comparaciones en investigaciones del Proyecto Madidi en la figura 33, al evaluar la primera categoría de emergente que la parte superior de la copa está totalmente expuesta y libre de competencias, presenta a Fuertecillo, Tokoaque I y II, muestran el (16%), por lo contrario Tokoaque III muestra el (34%) y el presente estudio en Chaquimayu presenta entre (68-65 %).

En la segunda categoría en plena iluminación superior de la copa expuesta a la luz vertical se encuentran entre (20-30 %) Fuertecillo, Tokoaque I II y II, y el estudio de Chaquimayu II, con un bajo porcentaje se encuentra Chaquimayu I (16%).

En la tercera categoría en alguna iluminación superior de la copa que está expuesta a la luz parcialmente sombreado por otra copa se encuentran (10- 20 %) Fuertecillo, Tokoaque I y II, la parcela de Tokoaque III el (36%) se encuentra en un alto valor en relación de lo mencionado.

En la cuarta categoría se presentan alguna luz lateral de la copa enteramente sombreado de la luz vertical, en ausencia de luz enteramente sombreado (Fig.33) Fuertecillo (15%), Tokoaque I, II, III y el presente este estudio de Chaquimayu entre (0.4 - 6 %).

6.4.2. Forma de copa

De un total 833 individuos registrados en la PPM-1, donde 69 individuos presentan la forma de de copa perfecta circular y simétrica presenta el mejor tamaño, 329 individuos presenta la forma de copa buena que se acercan mucho al anterior nivel pero con algún defecto leve de simetría, 354 individuos presentan la forma de copa tolerable asimétrica rala, 63 individuos que presenta la forma de copa mala fuertemente simétrica y pocas ramas, 18 individuos que presentan la forma de copa muy mala degradadas o suprimidas muy dañadas. (Fig. 34).

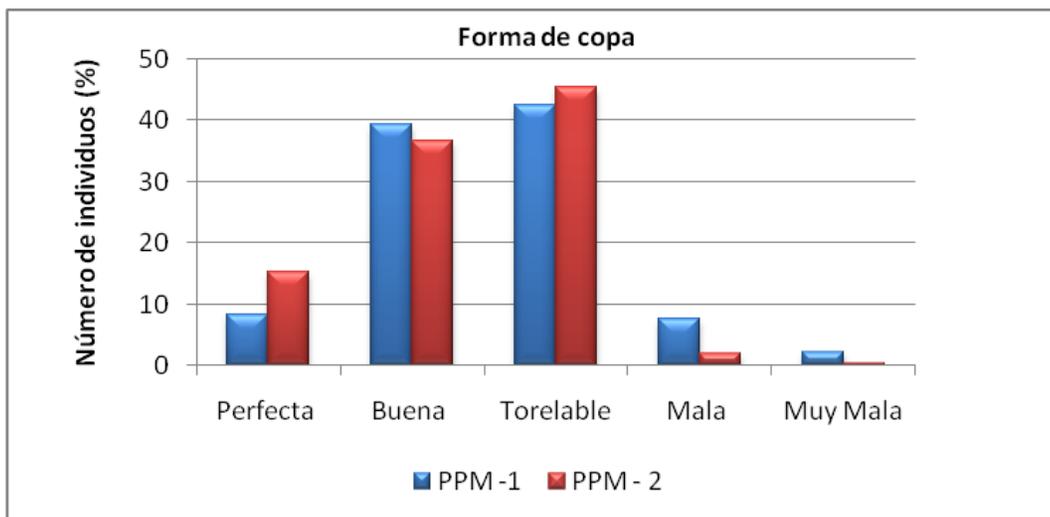


Figura 34. Tipos de forma de copa vs. número de individuos de las dos parcelas

De un total 784 de los individuos censados en la PPM-2, donde 120 individuos presenta la forma de copa perfecta circular y simétrica, 288 individuos que presenta la forma de copa buena que se acercan mucho al anterior nivel pero con algún defecto leve de simetría, 357 individuos presentan la forma de copa tolerable asimétrica rala, 16 individuos presentan la forma de copa mala fuertemente asimétrica y pocas ramas, 3 individuos presentan la forma de copa muy mala degradada o suprimida muy dañada. (Fig. 34).

En la PPM-1 y PPM-2 como se muestra en la (Fig.34) la gran mayoría de los individuos tienen la forma de copa tolerable asimétrica rala y seguida por una forma de copa buena, esto significa que las dos parcelas apenas son satisfactorias que pueden llegar a mejor.

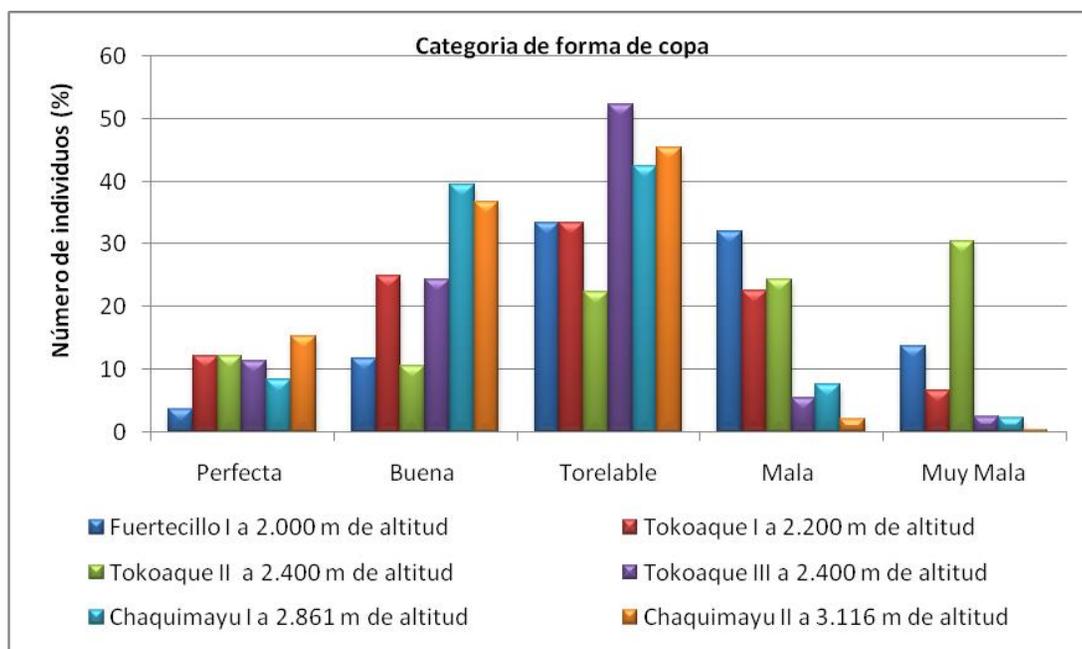


Figura 35. Comparación de posición de copa en diferentes altitudes en parcelas permanentes (Proyecto Madidi) dentro del Parque Nacional Madidi.

En comparaciones en investigaciones del Proyecto Madidi en la figura 35, al evaluar la primera categoría presenta la forma de copa perfecta circular y simétrica, presenta a Fuertecillo y Chaquimayu I entre (4 - 8,5 %), Tokoaque I, II, III y Chaquimayu II (12 - 15%) se podría decir que son compatibles esta categoría.

En la segunda categoría presenta la forma de copa buena que se acercan mucho al anterior nivel pero con algún defecto leve de simetría se encuentra Fuertecillo y Tokoaque II entre (11%), Tokoaque I y III (25%), Chaquimayu I y II entre (39%).

La tercera categoría presentan la forma de copa tolerable asimétrica rala en este punto se encuentra la gran mayoría de individuos en todas la parcelas, en la figura 35.

En la cuarta categoría, forma de copa mala fuertemente asimétrica y pocas ramas se encuentran Fuertecillo, Tokoaque I II entre (22 - 32%) y Tokoaque III, Chaquimayu I y II entre (5,5 - 85 %) esto nos indica que el presente estudio tiene registros de forma de copa tolerable.

En la quinta categoría presentan la forma de copa muy mala degradada o suprimida muy dañada, Tokoaque III, Cachimayu I y II presentan los bajos índices en esta categoría entre (0,4 – 2,2%), para Fuertecillo, Tokoaque I entre (7 - 13 %) y Tokoaque II (30,5%) que representa un alto valor.

6.4.3. Infestación de lianas

De un total 833 individuos registrados en la PPM-1 el grado de infestación de lianas es la siguiente; 133 individuos se encuentran libre de lianas, 590 individuos presentan lianas en el fuste, 68 individuos presentan lianas leves en el fuste y la copa que no llegan afectar al crecimiento terminal, 42 individuos se encuentran infestados completamente que llegan afectar seriamente el crecimiento terminal del individuo. (Fig. 36)

De un total 784 individuos censados en la PPM-2 el grado de infestación de lianas es la siguiente; 73 individuos se encuentran libre de lianas, 689 individuos presentan lianas en el fuste, 17 individuos presentan lianas leves en el fuste y la copa que no llegan afectar al crecimiento terminal, 5 individuos se encuentran infestados completamente que llegan afectar seriamente el crecimiento terminal del individuo. (Fig. 36).

En la PPM-1 y PPM-2 (fig. 36) muestran que la gran mayoría de los individuos están infestados de lianas en el fuste entre el (80%), seguida de registro menores al (16%) por las categorías libre de lianas, categoría de lianas leves en el fuste y copa, y la categoría presencia total en el fuste y copa, La presencia de lianas en las dos parcelas, proviene de lianas con diámetro inferiores a los 10 cm, debido a la metodología empleada no se registro ninguna liana.

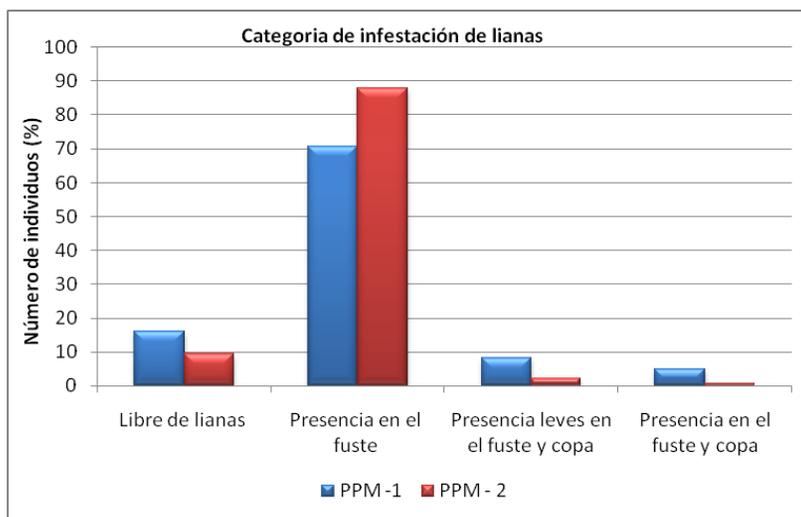


Figura. 36. Grado de infestación de lianas en las dos parcelas

La gran mayoría de los individuos muestreados presentan problemas con la infestación de lianas, existe una baja densidad de individuos sin lianas esto nos muestra que es susceptible a muerte temprana de individuos afectados, Aunque existe poca información del efecto negativo de las lianas es de suponer que especies con alto grado de lianas tienen mayores desventajas.

En comparaciones con otros estudios y la misma metodología por el proyecto Madidi al evaluar Fuertecillo I, Tokoaque I, II y III encuentra en la categoría 1 libre de lianas que Tokoaque II se encuentra (57%), seguida por Fuertecillo I (35%), Tokoaque II y III (20%) (figura 31) y el presente estudio presenta (10-15%) inferior a lo mencionado.

En la categoría dos, presencia en el fuste (fig.37) encuentra entre (20 - 35 %) en todas sus parcelas y las estudiadas muestran (70 - 85 %) mostrando una superioridad de incidencia en el fuste.

En la categoría tres la presencia en el fuste y copa presentan un comportamiento de (15 - 30 %) y los registros en este estudio muestran (3 - 8 %) inferior a lo mencionado y en la categoría cuatro presencia en el fuste y copa nos muestra que todas las parcelas tienen una baja incidencia de un total de infestación de lianas.

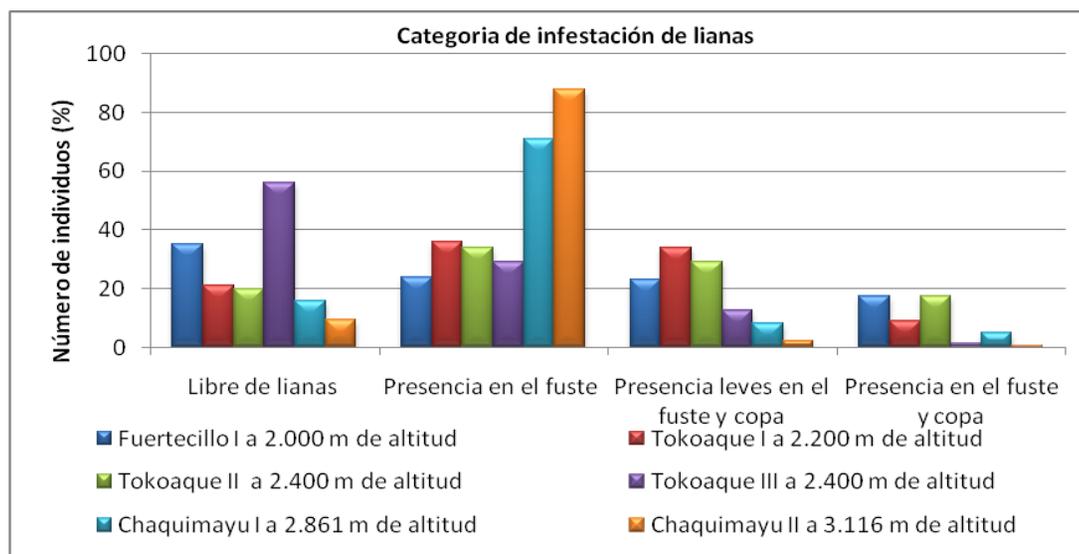


Figura 37. Comparación de infestación de lianas en diferentes altitudes en parcelas permanentes (Proyecto Madidi) dentro del Parque Nacional Madidi.

La presencia de lianas de rápido crecimiento en su extensión está relacionado con la mayor incidencia de luz y formación claros y mayor disponibilidad de soportes (Hergaty & Cabelle, 1991).

Según la altitud de estos bosques que están continuamente saturados de humedad, temperaturas y niveles de iluminación bajo una temperatura casi constante y un contenido de agua en el aire que corresponde a una humedad relativa del 100%, tales condiciones estimulan el crecimiento de las epifitas y hemiepifitas (Vickery, 1991).

Finalmente también pueden ser una prueba de antigüedad que constituye una red natural de fibras tramados entre los árboles que proveen una estabilidad arquitectural a los bosques que están sin intervención, por la presencia de lianas (Peixoto & Gentry, 1990).

7. CONCLUSIONES

Se evaluó en forma detallada la composición y estructura florística en dos rangos altitudinales (2.861 y 3.116 m) en los bosques de ceja de monte dentro del Parque Nacional Madidi, sector Keara, municipio de Pelechuco, provincia Franz Tamayo, Departamento de La Paz.

- La composición florística en la zona de estudio registro un total de 1.617 individuos, distribuidos 19 familias, 25 géneros y 39 especies para ambas parcelas. Donde la familia Cunoniaceae es la más diversa seguida Clusiaceae, Myrsinaceae, Chloranthaceae, Clethraceae y Rosaceae.
- Las familias y especies con mayor importancia ecológica en la PPM-1 y PPM-2 son Cunoniaceae (*Weinmannia haenkeana*, *Weinmannia crassifolia*) Clusiaceae (*Clusia flaviflora*), Myrsinaceae (*Myrsine coriácea*), Rosaceae (*Prunus integrifolia*), Theaceae (*Gordonia fruticosa*), Clethraceae (*Clethra ferruginea*, *Clethra cuneata*) y Chloranthaceae (*Hedyosmum racemosum*).
- Los índices de diversidad en las parcelas obtuvieron valores diferentes, siendo la PPM - 1 ($H=2.6$) más diversa en relación a la PPM – 2 ($H=2.2$). Esto indica que la distribución de especies fue mejor en la PPM 1. Sin embargo, esta formación tienen una baja diversidad en comparación con formaciones vegetales desde altitudes menores.
- Los datos obtenidos en la curva área - especie en las dos parcelas evaluadas, nos muestra que es lo suficientemente adecuada en las 2 hectáreas de muestreo, dado que no hay un incremento significativo de especies al incrementar el área del terreno en estas altitudes.
- Para las dos parcelas el índice de similitud de Sørensen (IS) que existe (76.6%) de similitud florística y (23.4%) de especies raras, lo que muestra una alta complejidad florística, que indica que no existe un cambio gradual y continuo en la vegetación a lo largo del gradiente altitudinal, encontrándose 15 especies compartidas entre ambas parcelas; 12 especies fueron exclusivas de

la PPM -1 y 11 especies de la PPM -2-. Las especies más comunes en ambas parcelas fueron; *Clusia flaviflora* (Clusiaceae), *Hedyosmum racemosum* (Chloranthaceae), *Myrsine coriacea* (Myrsinaceae), *Weinmannia crassifolia* (Cunoniaceae), *Prunus integrifolia* (Rosaceae) y *Gordonia fruticosa* (Theaceae).

- La estructura horizontal, presento en grafica una “J” invertida, la misma que es típica de los bosques tropicales heterogéneos donde los árboles de menor diámetro se encuentran en mayor cantidad y los árboles de mayor diámetro presentan menor número de individuos. Estos individuos se encuentran en un promedio de (45,5 y 51) cm de diámetro para ambas parcelas.
- Estructuralmente el bosque se halla dividido en cuatro estratos verticales: sotobosque son los árboles menores a < 4.9 m de altura, los árboles con alturas que van de (5 a 14.9) m comprenden la parte del subdosel, árboles que comprenden entre (15 a 24,9) m de altura son parte del dosel y los emergentes presentaron alturas de > 25 m y un promedio de (13,2 – 11,2) m de altura para ambas parcelas.

8. RECOMENDACIONES

- Realizar viajes a la zona de estudio en diferentes épocas del año, con la finalidad de observar la fenología de los individuos, así poder coleccionar las especies fértiles, esto contribuirá a una mejor identificación del material recogido en esta localidad. Luego llegar a remedir ambas parcelas permanentes y tener datos sobre la dinámica del bosque (reclutamiento, crecimiento, mortalidad).
- Realizar estudios en composición y estructura florística en las mismas altitudes en diferentes épocas del año, en otras áreas dentro del Parque Nacional Madidi para así de esta manera tener más información sobre este tipo de vegetación que esta poco estudiado.
- Establecer estaciones meteorológicas para que nos proporcionen datos de, temperatura, radiación solar, precipitaciones, velocidad del viento, humedad, etc. para tener un mejor conocimiento de las condiciones que reinan en este tipo de bosque.
- Realizar estudios de suelos en la metodología de calicatas para luego realizar un análisis de los horizontes y otras características edáficas, para relacionar el tipo de suelo con las especies a desarrollarse en estos ambientes.
- Determinar estudios que posibiliten la adaptación de las especies encontradas en manejo de microcuencas para realizar una mitigación en áreas degradadas en forestaciones, reforestaciones, en medidas biomecánicas (control de cárcavas, terrazas, zanjas de infiltración etc.).

9. BIBLIOGRAFÍA

- Addler D. & J. Synnott. 1992. Permanent simple plot techniques for mixedtropical forest. Oxford Forestry Institute. Oxford.
- Araujo-Murakami, A., P.M. Jørgensen, C. Maldonado & N. Paniagua-Zambrana.2005. Composición y estructura del bosque de ceja de monte en Yungas, sector de Tambo Quemado - Pelechuco, Bolivia. *Ecología en Bolivia ¿número especial?* Vol. 40 (3): 281- 303
- Bach, S., García, E Zenteno, F. &Tejada, R. 2003. Diagnostico de flora. En: Care (eds.). *Madidi de Bolivia, Mágico, único y nuestro*. Bolivia. CD ROM.
- Bascope, F. 2004. Estructura y composición de la flora en parcelas permanentes de un bosque montano húmedo en el parque Nacional, La Paz - Bolivia. Tesis de licenciatura en Ingeniería Forestal. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno.
- Beck, S.Gt., T. J. Killeen & E. Garcia. 1993. Vegetación de Bolivia Pp: 6–25. En: T. J. Killeen, E. García & S. G. Beck (eds.). *Guía de Árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Botanical Garden. La Paz, Bolivia.
- Bolfor 1999 guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa cruz, Bolivia
- Brown, D. & M. Kapelle. 2001 Introduccion a los bosques nublados del neotropico una síntesis regional pp.: 27-40 En M. Kapelle & D. Brown (eds.)(2001), *Bosques Nublados del neotropico*. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio.), Santo Domingo de Heredia Costa Rica. 720 p.
- Chapi, S. 2008. Composición Florística, biomasa y carbono de un bosque montano pluvial, sudoeste de Apolo región Madidi, La Paz - Bolivia. Tesis de licenciatura en Ingeniería Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés.

- Da Silva A. F., R., R. V. DE Oliveira, N.R. Loureiro Santos, A. De Paula 2003. Composição e grupos ecológicos das espécies de um de floresta semidecídua submontana da Fazenda São Geraldo, Viçosa-MG. Departamento de biologia Vegetal da Universidadfe Federal de Viçosa. Instituto Estadual de Florestas Mg. 27 311-319p.
- Del Pino, J. O., R. Zamora& J. A. Oliet. 2004. Empleo de diferentes Índice de Biodiversidad en los modelos basados en técnicas de decisión multicriterio. Escuela técnica Superior de ingenieros Agrónomos 14p.
- Dinerstein, E. D., M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, A. A. Rin, M.P. Bookbinder & G. Ledec. 1995. A conservation Assessment of the terrestrial Ecoregions of Latin America and the caribbean. World Wildlife Fund - The Old Bank, Washington D.C. 133 p
- Finegan, B. 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. En: V curso intensivo Internacional de silvicultura y Manejo de Bosques naturales Tropicales CATIE. 170 p
- Foster, R. 1991. Estructura e historia de la vegetación de la isla de Barro colorado. Pp: 113-127 En E. G. Liegh, A. S. Rand & D. Windsor (eds). Ecología de un Bosque Tropical: Ciclo Estacionales y Cambios a largo Plazo, Primera edición en español. Smithsonian tropical Reserch Institute, Balboa.
- Foster, R. & N. Brokaw. 1990. Estructura e historia de la vegetación de la isla de Barro Colorado. Pp: 113-127. En: E. G. Liegh, A. S. Rand & D. Windsor (eds.). Ecología de un Bosque Tropical: Ciclo Estaciónales y Cambios a Largo Plazo. Primera edición en español. Smithsonian tropical Reserch Institute, Balboa.
- Fuentes, A. 2005. Una introducción a la vegetación de la región Madidi, Ecología en Bolivia (número especial) Vol. 40 (3): 1-31.

Garcia, M & Palabral, A. Aplicación Cartográfica y Teledetección en la Investigación y Conservación de los Yungas Bolivianos, Grazer Schriften der Geographie und Raumforschung Band 41/2006 pp. 49-58

Gentry, A. H. & C. Dodson. 1987. *Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes*. Annals of the Missouri Botanical Garden 74: 205–233.

Gentry, A. H. 1992. Diversity And floristic composition of Andean forest of peru and adjacent countries: Implications for their conservation. Mem. Nus. Hist. Nat. "javier Prado" 21: 11-29.

Gentry, A. H. 1995. Patrones de diversidad y composición florística en los bosques de las montañas neotropicales. Pp: 107-121

Halffter, G. & Ezcurra, E. 1992. ¿Qué es la biodiversidad? En: la diversidad biológica de Iberoamericana I, G. Halffter (Comp). Pp3-24 Acta Zoológica volumen especial, Cyted. D. Instituto de ecología, secretaria de desarrollo Social, México.

Hamilton, L. 2001. Una campaña para los bosques nublados. Ecosistemas únicos y valiosos en peligro. Pp. 41-49. En M. Kapelle & D. Brown (eds.)(2001), Bosques Nublados del neotropico. Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia Costa Rica

Hueck, K. 1978. los bosques de Sudamérica, ecología e importancia económica Sociedad Alemana de cooperación Técnica, Ltda (GTZ). República Federal Alemana. 476p.

Ibisch, P., L. & Mérida G. 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de Conocimiento y conservación .Ministerio de desarrollo Sostenible, Editorial FAN, Santa Cruz, Bolivia. 638 p.

Jørgensen, P. M., M. Macia, A. Fuentes, S. Gt. Beck, M. Kessler, N. Paniagua, R. Seidel, C. Maldonado, Araujo-Murakami, L. Cayola & T. Consiglio. 2005. Lista

anotada de las plantas vasculares registradas en la región Madidi. *Ecología en Bolivia*. Pp: 70- 169.

Kessler, & Helme, N. 1999 Diversidad, composición y estructura de un Bosque Semideciduo tropical en la región de la Chiquitania, Santa Cruz-Bolivia. Missouri Garden. USA

Kessler, M. & S. Gt. Beck. 2001. Bolivia. Bolivia. pp.: 581- 622. En: M. Kappelle & Brown (eds.)(2001), Bosques nublados del Neotropico. Instituto nacional de biodiversidad (INBio), Santo Domingo de Heredia Costa Rica. 720 p.

Killeen, T., García, E. y S. Beck. 1993 Guía de Árboles de Bolivia. Impresores Quipus SRL. La Paz, Bolivia. 958 p.

Killeen, T., A. Jardim, F. Mamani, N. Rojas & P. Saravia. 1998. Diversity, composition and structure of a tropical semideciduous forest in the Chiquitania region of Santa Cruz, Bolivia. *Journal of Tropical Ecology* 14 (6):803–827.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Las ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas—posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Instituto de Silvicultura de la Universidad de Göttingen GTZ. Eschborn. Republica federal de Alemania. 335 p.

Matteucci, D. C. y A. Colma, 1982. Metodologías para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D.C. 168 p.

Moraes, M. 2004. Flora de palmeras de Bolivia. 1ra. Edición. Herbario Nacional de Bolivia. Instituto de ecología. Universidad Mayor de San Andrés

Mostacedo, B. y T. S. Frederichsen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de manejo Forestal Sostenible (BOLFOS). Santa Cruz, Bolivia. 82 p.

- Müller, R. & A. Briancon. 2002. Identificación de sitios prioritarios para la conservación de los Yungas Bolivianos. Informe técnico, Asociación Boliviana para la conservación. La Paz- Bolivia. 118 p.
- Navarro, G. 2002. Vegetación y Unidades Biogeográficas. En: G. Navarro y M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes Acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño-Departamento de difusión. Cochabamba, Bolivia.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2005 Geografía ecológica de Bolivia: vegetación y Ambientes Acuáticos. Centro de Ecología Simón Patiño. Departamento de difusión. Cochabamba - Bolivia. 720p.
- Navarro, G. Ferreira, W. 2004. Zonas de vegetación potencial de Bolivia bases de análisis para la conservación, Revista Boliviana de Ecología y conservación Ambiental. 15: 41- 42
- Navarro, G. & W. Ferreira. 2007. Leyenda explicativa de las unidades del Mapa de Vegetación de Bolivia a escala 1:250 000. *The nature conservancy* & Rumbol. Cochabamba – Bolivia. 65 p.
- Perea, J. R.2005. Composición y estructura de especies arbórea de un bosque montano, en el parque nacional Yanachaga Chemillen, Oxapampa, Paco, Perú. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos. 160 p.
- Pitman, N. 2000 A large scale inventory of two Amazonian tree communities Duke University, Durhan.Pp 134-185.
- Peixoto, A. L. & Gentry, A. 1990. Diversidade e composiçã florística de mata de tabuleiro na Reserva de Llnhares (Espiritu Santo, Brasil). Revista Brasileira de Botânica 13: 19-25

- Remsen, J. V. & T. A. Parker. 1995. Bolivia has the opportunity to create the planet's richest park for territorialbiota. *Bird- Conservation International* 5. Pp: 181 - 199.
- Ribera, M. O., M. Liberman, S. Beck y M. Moraes. 1996. Vegetación de Bolivia. pp. 170–222. En: K. Mihotek. (eds.) *Comunidades, Territorios indígenas y Biodiversidad en Bolivia*. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno, CIMAR. Santa Cruz
- Valencia, R., H. Balslev, G. Paz & C. Miño 1997 Tamaño y distribución vertical de los árboles en una hectárea de un bosque muy diverso en la Amazonía ecuatoriana Pp: 173-187. En R. Valencia, H. Balslev (eds.) *Estudios sobre la diversidad y ecológica de plantas*. Memorias del II Congreso Ecuatoriano de botánica. Pontificada Católica del Ecuador Quito.
- Valerio J. y C. Salas. 2001. Selección de Prácticas Silviculturales para Bosques Tropicales Manual Técnico. 2º Edición. Bolfor, Cobija. 77 p.
- Vickery, M. L. 1991. Ecología de plantas Tropicales. Pp: 111–114. Editorial Limusa 2º Edición. México, D.F.
- Webster, G. L. 1995. The panorama of neotropical cloud forests. In en *Biodiversity and conservation of neotropical montane forests*, (eds.) S.P. Churchill, H, Balslev, E. Forero y J. L. Luteyn, New York. 702 p.
- Zenteno, F. 2000. Caracterización de la cobertura vegetal en la región de Yurilaya Camata en el Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba. *Wildlife Conservation Society (WCS)*. Informe Técnico. La Paz. 10 p.

Anexo

Anexo 1: Planilla de campo para la toma de datos en la PPM

Nombre de la parcela:

Lugar:

Participantes:

Materos:

Pág.: /

Fecha:

Parcela	Subparcela	Nº placa	Nº colecta	Nombre común	Familia	Nombre científico	X	Y	Dap	Ht	Hf	PC	FC	IL	EF	Observaciones

- Parcela: Número de la parcela inventariada
 Subparcela: Subparcela de cada parcela
 Nº placa: Número de placas en forma correlativo
 Nº colecta: Número de colecta
 Nombre común: Nombre dada a la planta por materos
 X y Y: Coordenadas de cada individuo
 Dap: Diámetro a la altura del pecho
 Ht: Altura total del árbol
 Hf: Altura al fuste
 PC: Posición de la copa
 FC: Forma de la copa
 IL: Infestación de lianas
 EF: Estado fenológico (Estéril = 1, botón = 2, flores = 3, fruto inmaduro = 4, fruto maduro = 5)

Anexo 2: Lista de especies registradas en la parcela permanente de muestreo en el sector Chaquimayu I. Análisis del Índice de valor de importancia por especies (IVI) e Índice de valor de importancia por familia (IVIF).

Familia y especie PPM-1	Nº de individuos	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	Diversidad (%)	IVIF (%)	IVI (%)
Araliaceae	13	1,04	1,56		3,03	1,88	
<i>Schefflera herzogii</i>	13	1,04	1,56	3,68			2,09
Chloranthaceae	56	5,14	6,72		3,03	4,96	
<i>Hedyosmum racemosum</i>	56	5,14	6,72	8,46			6,77
Clethraceae	57	8,90	6,84		3,03	6,26	
<i>Clethra ferruginea</i>	57	8,90	6,84	5,88			7,21
Clusiaceae	65	12,60	7,80		6,06	8,82	
<i>Clusia flaviflora</i>	53	11,80	6,36	8,82			8,99
<i>Clusia ternstroemioides</i>	12	0,80	1,44	2,57			1,60
Cunoniaceae	109	15,48	13,09		15,15	14,57	
<i>Weinmannia auriculata</i>	2	0,27	0,24	0,74			0,41
<i>Weinmannia haenkeana</i>	59	8,64	7,08	6,62			7,45
<i>Weinmannia auriculifera</i>	5	0,66	0,60	1,10			0,79
<i>Weinmannia crassifolia</i>	42	5,78	5,04	4,78			5,20
<i>Weinmannia pinnata</i>	1	0,13	0,12	0,37			0,20
Cyatheaceae	39	2,07	4,68		9,09	5,28	
<i>Cyathea caracasana var. boliviensis</i>	1	0,04	0,12	0,37			0,18
<i>Cyathea dintelmanii</i>	1	0,06	0,12	0,37			0,18
<i>Cyathea herzogii</i>	37	1,97	4,44	5,51			3,97
Ericaceae	24	4,13	2,88		6,06	4,36	
<i>Bejaria aestuans</i>	2	0,83	0,24	0,37			0,48
<i>Cavendishia bracteata</i>	22	3,30	2,64	5,15			3,70
Euphorbiaceae	1	0,04	0,12		0,03	0,06	

<i>Alchornea brittonii</i>	1	0,04	0,12	0,37			0,18
indeterminada JGM-63	1	0,10	0,12		0,03	0,08	
Lauraceae	29	4,34	3,48		15,15	7,66	
<i>Ocotea</i>	1	0,04	0,12	0,37			0,18
<i>Ocotea sp1 JGM-27</i>	6	0,59	0,72	2,21			1,17
<i>Ocotea sp1 JGM-38</i>	10	0,75	1,20	2,21			1,39
<i>Ocotea sp2 JGM-33</i>	2	0,20	0,24	0,74			0,39
<i>Persea vel sp. nov.</i>	10	2,76	1,20	2,57			2,18
Loranthaceae	1	0,05	0,12		0,03	0,07	
<i>Gaiadendron punctatum</i>	1	0,05	0,12	0,37			0,18
Melastomataceae	12	1,52	1,44		6,06	3,01	
<i>Axinaea lanceolata</i>	11	1,48	1,32	3,68			2,16
<i>Miconia</i>	1	0,04	0,12	0,37			0,18
Myrsinaceae	206	22,27	24,73		0,03	15,68	
<i>Myrsine coriacea</i>	206	22,27	24,73	9,19			18,73
Rosaceae	132	11,82	15,85		6,06	11,24	
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	10	0,87	1,20	2,21			1,43
<i>Prunus integrifolia</i>	122	10,95	14,65	9,19			11,60
Rubiaceae	10	0,67	1,20		0,03	0,63	
<i>Cinchona calisaya</i>	10	0,67	1,20	2,21			1,36
Sabiaceae	1	0,09	0,12		0,03	0,08	
<i>Meliosma frondosa</i>	1	0,09	0,12	0,37			0,19
Symplocaceae	1	0,17	0,12		0,03	0,11	
<i>Symplocos mapiriensis</i>	1	0,17	0,12	0,37			0,22
Theaceae	76	9,57	9,12		6,06	8,25	
<i>Gordonia fruticosa</i>	37	6,51	4,44	1,84			4,26
<i>Ternstroemia subserrata</i>	39	3,06	4,68	6,62			4,79
Total general	833	100	100		100	100	100

Anexo 3: Lista de especies registradas en la parcela permanente de muestreo en el sector Chaquimayu II. Análisis del Índice de valor de importancia por especies (IVI) e Índice de valor de importancia por familia (IVIF).

Familia y especie de la PPM -2-	Nº de individuos	Abundancia %	Dominancia %	Frecuencia %	Diversidad %	IVIF %	IVI %
Aquifoliaceae	2	0,26	0,14		3,85	1,41	
<i>Ilex microstricta</i>	2	0,26	0,14	0,95			0,45
Araliaceae	2	0,26	0,15		3,85	1,42	
<i>Schefflera trollii</i>	2	0,26	0,15	0,95			0,45
Brunelliaceae	7	0,89	0,43		3,85	1,72	
<i>Brunellia rhoides</i>	7	0,89	0,43	2,86			1,39
Chloranthaceae	68	8,68	4,93		3,85	5,82	
<i>Hedyosmum racemosum</i>	68	8,68	4,93	10,95			8,19
Clethraceae	160	20,43	24,61		3,85	16,30	
<i>Clethra cuneata</i>	160	20,43	24,61	11,43			18,83
Clusiaceae	182	23,24	36,61		7,69	22,51	
<i>Clusia flaviflora</i>	181	23,12	36,56	11,90			23,86
<i>Clusia ternstroemioides</i>	1	0,13	0,05	0,48			0,22
Cunoniaceae	186	23,75	16,71		19,23	19,90	
<i>Weinmannia auriculata</i>	4	0,51	0,43	1,43			0,79
<i>Weinmannia auriculifera</i>	5	0,64	0,31	2,38			1,11
<i>Weinmannia crassifolia</i>	164	20,95	13,53	11,43			15,30
<i>Weinmannia pinnata</i>	7	0,89	1,65	2,86			1,80
<i>Weinmannia reticulata</i>	6	0,77	0,80	0,95			0,84
Cyatheaceae	22	2,81	0,97		11,54	5,11	
<i>Cyathea austropallescens</i>	16	2,04	0,73	3,81			2,19
<i>Cyathea caracasana var. boliviensis</i>	2	0,26	0,07	0,48			0,27

<i>Cyathea delgadii</i>	4	0,51	0,17	0,95			0,54
Ericaceae	23	2,94	2,14		7,69	4,26	
<i>Bejaria aestuans</i>	22	2,81	2,02	4,29			3,04
<i>Cavendishia bracteata</i>	1	0,13	0,12	0,48			0,24
Lauraceae	17	2,17	3,84		3,85	3,29	
<i>Persea vel sp. nov.</i>	17	2,17	3,84	5,71			3,91
Melastomataceae	42	5,36	5,22		7,69	6,09	
<i>Miconia biacuta</i>	41	5,24	5,17	8,10			6,17
<i>Tibouchina bicolor</i>	1	0,13	0,05	0,48			0,22
Myrsinaceae	35	4,47	1,72		3,85	3,34	
<i>Myrsine coriacea</i>	35	4,47	1,72	8,10			4,76
Rosaceae	28	3,58	2,08		7,69	4,45	
<i>Prunus huantensis</i>	2	0,26	0,13	0,95			0,45
<i>Prunus integrifolia</i>	26	3,32	1,95	3,81			3,03
Symplocaceae	7	0,89	0,33		3,85	1,69	
<i>Symplocos mapiriensis</i>	7	0,89	0,33	3,33			1,52
Theaceae	1	0,13	0,04		3,85	1,34	
<i>Gordonia fruticosa</i>	1	0,13	0,04	0,48			0,21
Total general	783	100	100	100	100	100	100