

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



TESIS DE GRADO

EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE UN BOSQUE SEMIDECIDUO
DE LA REGIÓN MADIDI

MOSQUEIRA MENESES ESTHER

LA PAZ – BOLIVIA

2014

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

EVALUACIÓN DE LA DINÁMICA DE UN BOSQUE SEMIDECIDUO
DE LA REGIÓN MADIDI

Tesis de grado como requisito

parcial para optar al título de

Ingeniero Agronomo

MOSQUEIRA MENESES ESTHER

ASESOR:

Ing. Leslie Cayola Pérez

.....

Ing. Luis Goitia Arze

.....

COMITÉ REVISOR:

Ing. Ph. D. Abul Kalam Kurban

.....

Ing. M. Sc. Félix Rojas Ponce

.....

Ing. M.Sc. Windson July Martínez

.....

APROBADA

PRESIDENTE

.....

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado

A mis padres Julio Mosqueira y

Esther Menezes por el apoyo, ayuda y cariño que siempre me

regalaron y a mis hermanos

por darme la fuerza al estar a mi lado.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la vida, la familia y las oportunidades que me dio, al Proyecto Inventario Florístico Madidi quienes financiaron el presente trabajo y a la Universidad Mayor de San Andrés Facultad de Agronomía. A todo el cuerpo técnico por el apoyo constante e indicaciones pertinentes durante el trabajo de investigación.

Al Ing. Leslie Cayola, Luis Goitia. Por el asesoramiento, aporte de sus conocimientos, experiencia y principalmente por el tiempo dedicado a la corrección de los borradores resaltando su paciencia y amistad.

A los miembros del tribunal revisor, por el invaluable aporte y sugerencias.

Mi eterno agradecimiento a mis padres Julio Mosqueira y Esther Meneces, a mis hermanos Ailce y Julio Yessid por el inmenso apoyo moral e incondicional que me brindaron durante todo este tiempo.

Finalmente a todos los que contribuyeron de una u otra manera en la realización y conclusión de este trabajo.

CONTENIDO GENERAL

CONTENIDO GENERAL.....	V
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
ÍNDICE DE TABLA.....	XII
RESUMEN	XII
ABSTRACT.....	XIII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 OBJETIVOS	1
2.1 Objetivo general	1
2.2 Objetivos específicos.....	2
3 REVISIÓN DE LITERATURA.....	2
3.1 Definición de bosque	2
3.2 Bosques semidecíduos.....	2
3.3 Dinámica de un bosque natural	3
3.4 Procesos dinámicos de un bosque natural.....	3
3.4.1 Reclutamiento.....	4
3.4.2 Mortalidad.....	6
3.5 Estructura del bosque.....	8
3.5.1 Estructura vertical.....	9
3.5.2 Estructura horizontal.....	10
3.5.3 Área basal	10

3.6	Composición del bosque.....	11
3.6.1	Abundancia.....	11
3.6.2	Dominancia.....	12
3.6.3	Frecuencia.....	12
3.6.4	Índice de valor de importancia	12
3.7	Incremento diamétrico	12
3.8	Biomasa	13
4	MATERIALES Y METODOS.....	14
4.1	La Región Madidi.....	14
4.2	Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi	14
4.3	Bosques semidecíduos de la Región Madidi.....	15
4.4	Localización y descripción del área de estudio	15
4.4.1	Geología.....	16
4.5	Características Climáticas	16
4.6	Vegetación.....	16
4.7	Materiales	17
4.7.1	Materiales de campo	17
4.7.2	Materiales de gabinete	17
4.8	Procedimiento de la investigación.....	18
4.8.1	Estudio descriptivo.....	18
4.8.2	Diseño del muestreo: Primera etapa.....	18
4.8.3	Recolección de la información primaria: Segunda etapa.....	19
4.8.4	Procesamiento de la información: Tercera etapa.....	25

5	RESULTADOS	30
5.1	Análisis de la estructura del bosque	30
5.1.1	Estructura del bosque en fondo de valle	30
5.1.2	Estructura del bosque en ladera	32
5.1.3	Estructura del bosque en cima.....	34
5.1.4	Estructura del bosque semidecuido estudiado	36
5.2	Análisis de la composición del bosque.....	37
5.2.1	Composición del bosque en fondo de valle.....	37
5.2.2	Composición del bosque en ladera.....	39
5.2.3	Composición del bosque en cima	41
5.2.4	Composición de bosque entre parcelas	43
5.2.5	Índice de similitud	45
5.3	Análisis de la mortalidad y el reclutamiento de las parcelas estudiadas.....	46
5.3.1	Patrones de mortalidad de las parcelas evaluadas	47
5.4	Incremento diamétrico	48
5.4.1	Incremento diamétrico en la parcela de fondo de valle	48
5.4.2	Incremento diamétrico en la parcela de ladera	51
5.4.3	Incremento diamétrico en la parcela de cima.....	55
5.5	Análisis de biomasa.....	59
6	DISCUSIONES	60
6.1	Estructura y composición del bosque semidecuido del sector Yarimita.....	60
6.2	Incremento diamétrico	62
6.3	Mortalidad de individuos	63

6.4	Reclutamiento de individuos	64
6.5	Biomasa aérea	64
7	CONCLUSIONES	65
8	RECOMENDACIONES	67
9	BIBLIOGRAFÍA.....	68
10	ANEXOS	75

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases diamétricas	30
Gráfico 2. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases altimétricas	31
Gráfico 3. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases diamétricas	32
Gráfico 4. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases altimétricas	33
Gráfico 5. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases diamétricas	34
Gráfico 6. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases altimétricas	35
Gráfico 7. Comparación entre parcelas de la distribución de individuos de la remediación según las clases diamétricas	36
Gráfico 8. Comparación entre parcelas de la distribución de individuos de la remediación según las clases altimétricas	37
Gráfico 9. Índice de Valor de Importancia por especie para la parcela de fondo de valle	38
Gráfico 10. Índice de Valor de Importancia por familia para la parcela de fondo de valle	39
Gráfico 11. Índice de Valor de Importancia por especie	40
Gráfico 12. Índice de Valor de Importancia por familia	41
Gráfico 13. Índice de Valor de Importancia por especie	42
Gráfico 14. Índice de Valor de Importancia por familia	43
Gráfico 15. Comparación de los Índices de Valor de Importancia por especie entre parcelas	44
Gráfico 16. Comparación de los Índices de Valor de Importancia por familia entre parcelas	45

Gráfico 17. Incremento corriente anual por clases diamétricas en fondo de valle	48
Gráfico 18. Incremento diamétrico promedio por categoría de posición de copa en la parcela de fondo de valle	49
Gráfico 19. Incremento diamétrico promedio por categoría de forma de copa en la parcela de fondo de valle	50
Gráfico 20. Incremento diamétrico promedio por categoría de infestación de lianas en la parcela de fondo de valle	51
Gráfico 21. Incremento corriente anual por clases diamétricas en ladera	52
Gráfico 22. Incremento diamétrico promedio por categoría de posición de copa en la parcela de ladera.....	53
Gráfico 23. Incremento diamétrico promedio por categoría de forma de copa en la parcela de ladera.....	54
Gráfico 24. Incremento diamétrico promedio por categoría de infestación de lianas en la parcela de ladera	55
Gráfico 25. Incremento corriente anual por clases diamétricas en cima.....	56
Gráfico 26. Incremento diamétrico promedio por categoría de posición de copa en la parcela de cima.....	57
Gráfico 27. Incremento diamétrico promedio por categoría de forma de copa en la parcela de cima.....	58
Gráfico 28. Incremento diamétrico promedio por categoría de infestación de lianas en la parcela de cima	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Perfil vertical de un bosque nativo	10
Figura 2. Perfil horizontal de un bosque nativo	10
Figura 3. Mapa de las parcelas del sector Yarimita.....	15
Figura 4. Modelo de Parcela Permanente de Muestreo (PPM de 1ha), subdividida en parcelas de 20 x 20 m y divisiones de 10 m.....	20
Figura 5. Posicionamiento de la placa	21
Figura 6. Categorías de posición de copa con respecto a la luz solar	22
Figura 7. Categorías de forma de copa.....	23
Figura 8. Infestación de lianas	24

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1. Descripción de las parcelas de estudio	16
Tabla 2. Índice de Similitud de Sørensen número de especies compartidas entre tiempos de medición de tres sitios evaluados en un bosque semideciduo del sector de Yarimita	45
Tabla 3. Datos de mortalidad y reclutamiento de las 3 parcelas evaluadas en un bosque semideciduo del sector Yarimita	46
Tabla 4. Patrones de mortalidad de las 3 parcelas evaluadas en un bosque semideciduo del sector Yarimita.....	48
Tabla 5. Medición de biomasa de las parcelas evaluadas en un bosque semideciduo del sector Yarimita.....	60

RESUMEN

El presente estudio busca analizar la dinámica, el crecimiento en diámetro y la composición y estructura del bosque, para los datos provenientes de tres parcelas permanentes de bosque semidecíduo (sin manejo silvicultural), localizadas en el Área de Manejo Integrado Madidi situado entre los 914 y 1186 m.s.n.m., con un intervalo de medición de 7 años entre los años 2005 y 2012. Con base en 1624 individuos.

Se estudió la mortalidad y el reclutamiento de los individuos con un diámetro a la altura de pecho (DAP) = 10 cm, la riqueza y abundancia, el diámetro a la altura del pecho (DAP), la posición de copa y la infestación de lianas en los individuos. Con estos datos, se determinó las tasas de mortalidad y el reclutamiento, además de las tasas de incremento diamétrico.

Las especies más abundantes y frecuentes fueron *Anadenanthera colubrina* y *Oxandra spintana*. Según la posición de la copa, la mayor parte de los individuos en esta área son emergentes. También se encontró que el 16.4% de los árboles tenían lianas ya sea en el fuste, en la copa e individuos severamente infestados. La distribución diamétrica para el bosque tuvo un patrón de "J" invertida, lo cual indica que tiene una buena regeneración.

La tasa anual de mortalidad fue de 1.69%, mientras que la tasa anual de reclutamiento fue de 1.36%, mostrando que las densidades de individuos son distintas entre ambas mediciones.

Finalmente, el incremento diamétrico anual fue de 0.28 cm/año, siendo mayor en categorías mayores de 70 a mayores de 90 cm de DAP.

ABSTRACT

This study analyzes the dynamic, diameter growth and composition and forest structure for data from three permanent plots of semi-deciduous forest, (no silvicultural management), located in the Madidi Integrated Management Area located between 914 and 1186 m above sea level, with a measurement interval of seven years between 2005 and 2012 based on 1624 individuals.

Mortality and recruitment of individuals was studied with a diameter at breast height (DBH) = 10 cm, wealth and abundance, diameter at breast height (DBH), crown position and liana infestation in individuals. With these data, the rates of mortality and recruitment were determined in addition to the diameter increment rates.

The most abundant and frequent species were *Anadenanthera colubrina* and *Oxandra espinosa*. Depending on the position of the cup, most individuals in this area are emerging. We also found that 16.4% of the trees had lianas either in the shaft, in the glass and severely infested individuals. The diameter distribution for the forest had a standard inverted "J", which indicates that it has a good feedback.

The annual mortality rate was 1.69%, while the annual recruitment rate was 1.36%, showing that the densities of individuals are different between the two measurements. Finally, the annual diameter increment was 0.28 cm / year, being higher in major categories from 70 to greater than 90 cm DBH.

1 INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional (PN) y Área Natural de Manejo Integrado (ANMI) Madidi, es sin duda el área protegida de mayor relevancia ecológica de Bolivia y una de las más importantes de América del Sur, debido a que dentro de su naturaleza existe alta biodiversidad, belleza paisajística y riqueza de ecosistemas. Existiendo en ella 7500 especies de plantas. Teniendo así solo el 27% de las especies de plantas conocidas en el país, de las cuales 31 especies son endémicas del PN y ANMI Madidi y 92 especies endémicas de Bolivia. En el PN ANMI Madidi existen dos tipos de vegetación boscosa y no boscosa; en la boscosa encontramos 19 tipos de bosque entre los cuales se encuentran los bosques semidecíduos, siendo junto a con los bosques secos los más frágiles para su degradación.

Los bosques semidecíduos son considerados frágiles debido a las condiciones climáticas a las que están expuestos (precipitación, vientos, sequía) y a las amenazas que enfrentan por la presencia del hombre (extracción de madera, agricultura, ganadería) ya que son fuente importante de ingresos para los habitantes de las comunidades cercanas a estos. Por este motivo es necesario establecer estrategias adecuadas para su manejo y conservación. El primer paso para lograr este objetivo es conocer la historia de un área forestal, incluyendo parámetros como: tasas de mortalidad y reclutamiento de individuos y su influencia sobre el funcionamiento del bosque, la forma de lograrlo es estudiando la dinámica de la vegetación y la tasa de recambio de la biomasa, para evaluar el impacto de las actividades antrópicas sobre los sistemas naturales (Carey *et al.*, 1994).

Con el presente trabajo de investigación, se pretende otorgar información sobre la dinámica del bosque semidecíduo de la región Madidi que pueda aportar con datos importantes para la elaboración de planes de aprovechamiento forestal sostenible y sustentable en el tiempo, con el fin de causar el menor impacto posible a los ecosistemas y lograr un beneficio a largo plazo para las comunidades.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Describir, analizar y documentar la dinámica de un bosque semidecíduo en la Región Madidi entre la primera y segunda medición.

2.2 Objetivos específicos

- Comparar la estructura y composición florística actual de las parcelas con los resultados de la primera medición.
- Analizar el crecimiento, reclutamiento y la mortalidad de los individuos de las parcela por familia, género y especie.
- Analizar y comparar la biomasa aérea entre ambas mediciones.

3 REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Definición de bosque

Para la FAO (2000), bosque es la tierra con una cubierta de copa (o su grado equivalente de espesura) de más del 10 por ciento del área y una superficie superior a 0,5 hectáreas (ha). Los árboles deberían poder alcanzar una altura mínima de 5 metros (m) a su madurez in situ. Puede consistir ya sea en formaciones forestales cerradas, donde árboles de diversos tamaños y sotobosque cubren gran parte del terreno; o formaciones forestales abiertas, con una cubierta de vegetación continua donde la cubierta de copa sobrepasa el 10 por ciento. Dentro de la categoría de bosque se incluyen todos los rodales naturales jóvenes y todas las plantaciones establecidas para fines forestales, que todavía tienen que crecer hasta alcanzar una densidad de copa del 10 por ciento o una altura de 5 m. También se incluyen en ella las áreas que normalmente forman parte del bosque, pero que están temporalmente desarboladas, a consecuencia de la intervención del hombre o por causas naturales, pero que eventualmente volverán a convertirse en bosque.

3.2 Bosques semidecíduos

Los bosques semidecíduos están constituidos por dos capas arbóreas y una arbustiva; la capa herbácea falta normalmente. Es característico de estos bosques que los árboles más altos pierdan sus hojas durante la época más seca, mientras que los de la segunda capa arbórea las conservan normalmente todo el año. Se estima que en la temporada seca, entre el 25 y 75 % de los elementos florísticos pierden sus hojas. (Aguirre *et al.* 2006).

Los bosques semidecíduos tropicales se encuentran aproximadamente entre 500 y 1700 m altitudinales. Probablemente por las mayores precipitaciones y temperaturas menos extremas que a mayor altitud, este piso altitudinal es el de mayor diversidad, incluyendo una combinación de especies arbóreas perennifolias y caducifolias de linaje biogeográfico principalmente amazónico (Brown, 1995 citado por Grau, H. 2000). Este carácter es una

adaptación a las características del clima tropical, con 3 a 6 meses secos durante los meses más frescos, lluvias anuales entre 1250 y 1600 mm y una temperatura media entre 24 y 25 °C (Jiménez *et al.* 2001).

La vegetación de un bosque semidecíduo se presenta dispersa, con escasos árboles de más de 20 m de altura. Localizado sobre laderas con pendientes moderadas de entre 40-50 %, en suelos muy pedregosos. La flora indicadora del bosque seco semidecíduo es: *Triplaris cumingiana*, *Bauhinia aculeata*, *Caesalpinia glabrata*; *Pradosia montana*, *Centrolobium ochroxylum*, *Machaerium millei*, *Cochlospermum vitifolium*; *Gallesia integrifolia*, *Delostoma integrifolium*, *Pisonia aculeata* y *Senna mollisima*. Mezclados con elementos florísticos que mantienen su follaje siempre verde, como es el caso de *Muntingia calabura*, *Acacia macracantha*, *Mimosa acantholoba*, *Trema micrantha* y *Cecropia litoralis*. Los elementos florísticos que están también presentes y que pierden sus hojas (caducifolios) son: *Ceiba trichistandra*, *Pithecellobium excelsum*, *Hura crepitans* y *Tabebuia chrysantha* (Linares *et al.*, 2006).

Los bosques semidecíduos tienen una desventaja con relación a los bosques húmedos, debido a que su regeneración es lenta y a la persistente amenaza de deforestación por causas naturales o antropogénicas. Debido a la falta de humedad en temporadas secas que afectan a estos bosques, el reclutamiento de plántulas y las tasas de crecimiento son afectados y son menores a los de bosques tropicales húmedos. Por tal razón los bosques secos están sujetos a incendios forestales de gran magnitud debido a la acumulación de materia orgánica seca sin descomponer, aunque existen evidencias de que bosques secos semidecíduos son menos susceptibles a estos eventos por las adaptaciones que tienen sus especies. Sin embargo, los incendios también son prácticas realizadas por agricultores para eliminar la cobertura forestal (BOLFORD, 2003).

3.3 Dinámica de un bosque natural

La dinámica de un bosque natural está en función al balance de procesos constantes de mortalidad y reclutamiento, donde las variables estructurales como densidad, área basal y número de especies, fluctúan en torno de un valor medio a lo largo del tiempo (Mosquera *et al.*, 2009). Ambos procesos determinan el número de individuos de una población y son imprescindibles para explicar la composición y estructura de un bosque (Finegan, 1992).

3.4 Procesos dinámicos de un bosque natural

La muerte y el posterior reclutamiento de árboles son los procesos principales en la dinámica de los bosques, para mantener la regeneración natural y la diversidad vegetal del

mismo. Más aún cuando la intensidad de mortalidad genera claros naturales en el dosel donde la relación mortalidad – reclutamiento se mantiene constante así como la densidad de árboles en el bosque (Mosquera *et al.* 2009).

Los procesos dinámicos se dan en todos los ecosistemas forestales, en respuesta a muchos tipos de perturbación. A largo y muy largo plazo, la historia de los bosques ha sido de cambios en la distribución geográfica, como respuesta a la variación climática. Los procesos dinámicos que se desarrollan a plazo más corto y cuya operación puede determinarse directamente, se divide en dos categorías: las sucesiones y el ciclo de regeneración de los bosques primarios (INAFOR, 2006).

3.4.1 Reclutamiento

El reclutamiento es la capacidad del bosque para incrementar el número de individuos y es una muestra de la fecundidad de especies, al igual que el crecimiento y sobrevivencia de individuos jóvenes. Tanto el reclutamiento y la mortalidad son factores imprescindibles para la existencia de una dinámica en el bosque (Melo & Vargas, 2003).

Araujo *et al.* (2006), definen el reclutamiento como el proceso donde un individuo ingresa a una población o a una clase diamétrica superior. Generalmente este proceso se determina a través de conteos directos y por funciones logarítmicas.

El reclutamiento comprende a los árboles que, por efecto de su crecimiento, ingresan a la clase menor de medición (10 cm. de diámetro a la altura del pecho (DAP.)). En bosques primarios, el reclutamiento mantiene más o menos constante la densidad de árboles con DAP mayor o igual a 10 cm, aunque puede variar un poco en áreas pequeñas, como claros, o en cortos periodos de tiempo (Swaine *et al.*, 1987). En bosques secundarios, el reclutamiento de una especie depende de varios factores: grupo ecológico al que pertenece, disponibilidad de luz, disponibilidad de fuentes semilleras, (en el suelo o presencia de árboles madre).

3.4.1.1 Sucesión

Las sucesiones son un proceso de cambio en la estructura y la composición de la vegetación de un sitio, que involucra cambios marcados en procesos a nivel de ecosistema, tales como el ciclaje de nutrientes y la producción de biomasa. Con el transcurso del tiempo van cambiando y creciendo una serie de comunidades vegetales diferentes. A menudo, cada comunidad es de mayor estatura y biomasa contiene más especies. Carrera,

(2006), reconoce dos tipos de sucesiones, dependiendo del sustrato que la vegetación coloniza.

3.4.1.1.1 Sucesiones primarias

Son aquellas que se desarrollan sobre sustratos que nunca antes tuvieron vegetación, como los materiales de origen volcánico, los sedimentos que depositan los ríos en llanuras aluviales y los materiales expuestos por derrumbes. Cada sustrato es colonizado por vegetación natural y las sucesiones que se desarrollan son sucesiones primarias (Finegan, 1992).

3.4.1.1.2 Sucesiones secundarias

Se desarrollan sobre sitios abandonados después de que la vegetación natural es destruida. Por lo común se inician en tierras que han sido cultivadas durante algún tiempo, sitios chaqueados o desmontados, etc. y luego son abandonadas. Sin embargo, cualquier fenómeno natural que destruya un bosque, da inicio también a una sucesión secundaria (Carrera, 2006).

El comportamiento de las especies típicas de las sucesiones secundarias se traduce en una relativa uniformidad a nivel de comunidad en la dinámica de la sucesión. Sin embargo, la diversidad de los bosques secundarios es menor que la de los bosques primarios, porque pocas especies dominan el dosel superior y hay un gran número de especies de baja abundancia (Saldarriaga *et al.*, 1988).

3.4.1.2 Regeneración

La forma en que los árboles aparecen en los claros ya sea por germinación de semilla o por rebrote se conoce como regeneración natural (Amurrio, 2009). Se denomina regeneración natural cuando las especies dentro de un bosque germinan sin intervención de la mano del hombre.

3.4.1.2.1 Claros

Los claros de bosque provocados por la caída de uno o pocos árboles del dosel, tienen una influencia fuertemente marcada para que se dé una dinámica en los bosques maduros. Los claros son vitales para el reclutamiento de individuos por el hecho de representar un incremento en la disponibilidad de recursos, lo que a su vez facilita la coexistencia de distintas especies (Denslow, 1987 citado por Grau, 2000).

El ciclo de regeneración se inicia al morir uno o varios árboles generando una apertura en el dosel del bosque comúnmente llamadas claros. Un claro es una apertura temporal en el dosel, causada por la caída de una parte de un árbol, un árbol entero o un grupo de árboles. Partiendo del claro, el ciclo de regeneración fue descrita por Whitmore, (1984), utilizando el esquema sencillo, en el que identifica tres fases.

- **Fase de claro**
- **Fase de construcción o regeneración**
- **Fase madura, que representa el fin del proceso**

Estas tres fases son, por supuesto, una clasificación sencilla de lo que es un proceso continuo. La fase de claro puede durar unos meses, pues hay un lapso sin actividad aparente después de la creación de la apertura. Durante este periodo la vegetación se ajusta a las nuevas condiciones ambientales tan violentamente impuestas. Asimismo, la fase madura puede ser de bastante duración y poca actividad mientras los árboles pasan por la madurez (Arroyo *et al.*, 1996).

Los ecosistemas muestran variación temporal, espacial, y diferencias locales en estructuración a pesar de encontrarse en condiciones abióticas similares. Estas variaciones pueden ser dadas por perturbaciones naturales, las cuales, diversifican los bosques mediante la reducción de la dominancia y el inicio de la sucesión. Dichas perturbaciones pueden ser de mediana intensidad, como las producidas por temporales de viento e incendios leves los que van creando claros o aperturas de tamaños variables en el dosel, que son rellenados por el crecimiento de árboles más jóvenes, lo que contribuye a la diversidad del ecosistema. (Arroyo *et al.*, 1996)

3.4.2 Mortalidad

La mortalidad de los árboles ocurre en diferentes escalas de intensidad, espacio y tiempo, siendo el reflejo tanto de procesos endógenos como el envejecimiento de los individuos, así como de disturbios exógenos (rayos, tormentas y temporales). Según su intensidad, la mortalidad arbórea se puede expresar como el porcentaje de tallos o biomasa por unidad de tiempo y área, se subdivide en mortalidad de trasfondo cuando es menor al 5% por año y mortalidad catastrófica cuando anualmente supera dicho porcentaje (Melo & Vargas, 2003.)

En bosques secundarios jóvenes, densos y coetáneos, el riesgo de muerte puede estar correlacionado con la edad o el tamaño del árbol, de manera que individuos de las clases diamétricas menores tienen más probabilidad de morir que aquellos de clases superiores.

En bosques primarios, y para árboles que han superado los 10 cm de diámetro, el riesgo de muerte parece ser independiente del tamaño y edad del individuo, aunque es superior en árboles de muy lento a nulo crecimiento y en árboles con copas deformes y/o mal iluminadas (Swaine *et al.* 1987).

Las causas de mortalidad natural pueden buscarse en factores ambientales como ser la disponibilidad de luz, infestación de lianas, sequías, descargas eléctricas, vientos, derrumbes, agentes patógenos, herbivoría, senescencia, caída de un árbol grande, o en la combinación de varios de estos factores (Swaine *et al.* 1987, Alder, 1995).

3.4.2.1 Patrones de mortalidad

Para llegar a obtener el conocimiento de la mortalidad arbórea, es necesario tener en cuenta algunos puntos importantes que tienen que ver con el tipo de muerte, su frecuencia, y otras causas, dentro de un ecosistema, para lo cual se han propuesto varias categorías (Londoño & Jiménez, 1999).

a) Tipo de mortalidad

- **Muerto en pie:** Cuando el individuo muerto se encuentra en pie, sin daños evidentes en su fuste o ramas.
- **Tronco partido:** Cuando se encuentra al individuo con fragmentos del fuste en pie y otros en el suelo.
- **Caído de raíz o desraizado:** Cuando el individuo se encuentra completamente caído en el suelo con las raíces expuestas.
- **Individuos desaparecidos o desvanecidos:** Cuando en los procesos de monitoreo no se encuentra a un individuo que aparece en los registros anteriores y no hay evidencia de fragmentos de este en estado de descomposición.

b) Dirección de caída

Para obtener el dato de dirección de caída se utiliza una brújula para medir la dirección de la base al borde de la copa de un árbol desraizado, o en el caso del árbol partido, hasta el final de la rama (Chao & Phillips, 2005).

c) Grado de descomposición

Existen varias categorías para clasificar el grado de descomposición de individuos muertos (Chao & Phillips, 2005).

- **Intacto:** Cuando existe más del 75% de la madera intacta y/o dura, y en ocasiones con pequeñas ramitas adjuntas. Puede tratarse de un tronco recientemente caído.
- **Ligeramente dañado:** Se considera cuando la superficie de la corteza presenta algún daño, o puede ser una pieza de madera donde la corteza se ha descompuesto pero la madera todavía está dura.
- **Dañado y en mala condición:** Si el tronco ha experimentado alguna decadencia y se encuentra en grado de descomposición entre ligeramente dañado y algo descompuesto.
- **Algo descompuesto:** Cuando parte de la madera es friable.
- **Descompuesto:** Hay más del 75% de la madera blanda y descompuesta, un golpe de machete penetra con facilidad y la madera se derrumba.

d) Eventos múltiples

Chao & Phillips (2005), categorizan los eventos múltiples de la siguiente manera:

- **Árbol “matador”:** Que mató a otros, KO (killed others) es el árbol más largo que cae sobre otro árbol o residuos en descomposición.
- **Árboles muertos:** Aquellos árboles muertos que fueron muertos por otro (OK (others killed), están físicamente debajo de otro árbol caído. Hay que anotar el número de placa del árbol “matador”.

3.5 Estructura del bosque

La palabra estructura se ha empleado para describir agregados que parecen seguir algunas leyes matemáticas; de la misma forma ocurre con las distribuciones de diámetros normales y alturas, la distribución espacial de árboles y especies y la diversidad florística; por lo tanto puede hablarse de estructura de diámetros, de alturas, de copas, de estructuras espaciales, lo que resulta claro que el significado biológico de los fenómenos del bosque, expresados por formulaciones matemáticas, constituye la base fundamental de los estudios estructurales (UNESCO, 1980).

Estructura de bosque es un término usado para designar las diferentes distribuciones que presentan las variables medidas en un mismo plano, sea el horizontal o el vertical. Según Rollet (1980), la estructura es una situación estable o evolutiva de una población o comunidad, donde existe algún tipo de organización representable por un modelo matemático, ley estadística, o una por distribución. Por lo tanto se puede hablar de estructura de diámetros, basimétrica, estructura de alturas totales, de copas, de cobertura arbórea, estructura espacial de una especie y estructura florística.

Esta estructura es la mejor respuesta del ecosistema frente a las características ambientales y a las limitaciones y amenazas que se presentan. La pérdida de nutrientes por lavado, principalmente en los bosques húmedos es una de las principales amenazas para la estabilidad del ecosistema (Valerio & Salas, 1998).

La distribución del número de árboles por clases diamétricas es determinante para el estudio del bosque tropical, por ser un indicador de la estructura de la masa arbórea, permitiendo así diferenciar entre estructuras de diferentes bosques densos y al interior de los mismos. Además, ofrece información acerca del estado de equilibrio poblacional de una comunidad mostrando el equilibrio del bosque tropical si está en su estado natural y no se encuentra intervenido (INAFOR, 2006).

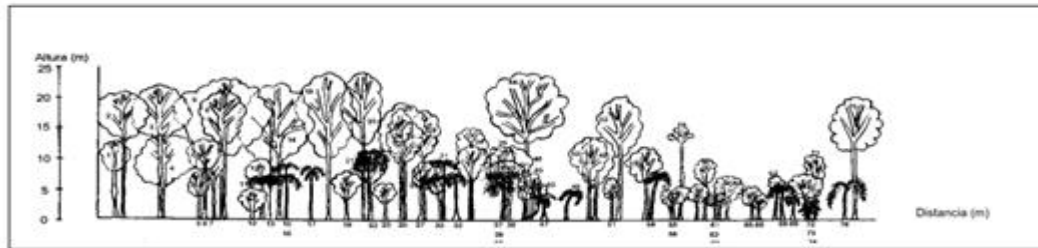
3.5.1 Estructura vertical

La estructura vertical está determinada por la distribución de los organismos a lo alto del perfil del bosque. Esa estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microclimáticas, presentes en las diferentes alturas del perfil (Lamprecht, 1990).

Los ecosistemas boscosos semidecíduos presentan una estructura poblacional con pocas especies representadas cada una por un número elevado de individuos, generando estructuras homogéneas con patrones simples de estratificación entre el dosel y el suelo, que frecuentemente presentan tres niveles que corresponde al estrato arbóreo, estrato arbustivo y estrato herbáceo (Melo & Vargas, 2003).

La estratificación de los bosques está relacionada con el grado de iluminación, de tal forma que bajo condiciones de luz, se agrupan una determinada cantidad de individuos pertenecientes a especies con similares requerimientos lumínicos. Por tanto, la altura del dosel está directamente relacionada con la complejidad de la estratificación, y con el valor de diversidad (Terborgh, 1992).

Figura 1. Perfil vertical de un bosque nativo



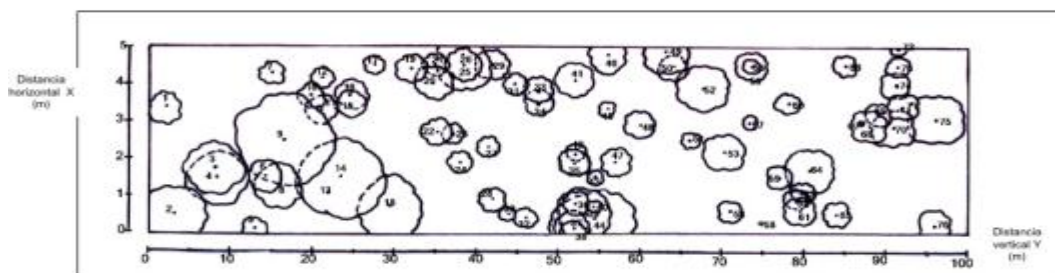
Fuente: Melo & Vargas (2003).

3.5.2 Estructura horizontal

La estructura horizontal permite evaluar el comportamiento de los árboles individuales y de las especies en la superficie del bosque. Esta estructura puede evaluarse a través de índices que expresan la ocurrencia de las especies, lo mismo que su importancia ecológica dentro del ecosistema, es el caso de las abundancias, frecuencias y dominancias, cuya suma relativa genera el Índice de Valor de Importancia (I.V.I) (Lamprecht,1990).

Según Valerio & Salas (1998), la estructura horizontal está determinada por las características del sitio y por las diferentes especies. Además es un arreglo espacial de los árboles el cual no es aleatorio, pero sigue modelos complejos que lo hacen ver como tal. En los bosques este fenómeno es reflejado en la distribución de individuos por clase de diámetro. Algunas especies presentan una distribución de J invertida.

Figura 2. Perfil horizontal de un bosque nativo



Fuente: Melo & Vargas,(2003).

3.5.3 Área basal

Para árboles que están en el dosel superior y mediano, la relación entre copa y DAP es aproximadamente 20:1. Dicha indicación permite usar el parámetro de área basal como un indicador del nivel de competencia en el dosel. Si una especie ocupa el mayor porcentaje de

área basal relativa significa que está dominando el sitio, aún si no es la más abundante. Esto implica que las copas de esta especie dominante están ocupando mucha área y probablemente estén bien iluminadas (INRENA, 2003).

El área basal de un bosque primario es un indicador de la calidad del sitio, a mayor área basal, mejor calidad del sitio. Para los bosques húmedos tropicales el área basal varía entre 10 y 35 m²/ha a partir de 10 cm DAP. Esta variación se debe a diferentes factores como profundidad del suelo, drenaje, y fertilidad. (INRENA, 2003).

3.6 Composición del bosque

Para realizar un estudio florístico se debe reconocer la significancia de las diferentes especies y esto se logra a través del análisis de los parámetros del IVI: frecuencia, abundancia y dominancia, las cuales deben ser relativas (INAFOR, 2006).

El valor del IVI (índice valor de importancia) detecta con alta sensibilidad la adaptabilidad de las especies a un tipo de bosque, a tal punto que puede determinar las especies que son típicas o representativas de un bosque y aquellas que son solo "acompañantes" o poco importantes (Lamprecht, 1990).

3.6.1 Abundancia

Para Lamprecht (1990), la abundancia es el número de individuos que presenta una comunidad por unidad de superficie o de volumen en síntesis es la densidad de la población.

La abundancia muestra la participación de una especie con relación al número de individuos. El análisis de la abundancia por especie, por grupo comercial y por clase diamétrica, proporciona información vital sobre la factibilidad de realizar un aprovechamiento comercial, la futura composición del rodal y además permite tener una idea sobre el grupo ecológico a que pertenece una determinada especie de interés (INRENA, 2003).

La abundancia es un parámetro cuyo objeto es definir y asegurar la cantidad de árboles por ha de cada especie. La abundancia absoluta es el número de árboles para cada especie presente en el área muestreada, mientras que la abundancia relativa, determina el porcentaje de cada especie respecto al total de árboles presente en la muestra (Pinto *et al.* 2011).

3.6.2 Dominancia

La dominancia se refiere a la especie que sobresale en una comunidad, ya sea por el número de organismos o el tamaño. La comunidad, por lo general, lleva el nombre de la especie que domina. La dominancia permite medir el potencial productivo de la especie (INRENA, 2003).

La abundancia es uno de los criterios más importantes para caracterizar la fisonomía de la vegetación. La dominancia de especies puede expresarse a través de su abundancia, complejidad estructural, tamaño o biomasa. Las especies dominantes influyen sobre el ambiente local proveyendo la estructura espacial y regulando los recursos de los cuales la mayoría de las especies de menor dominancia dependen (INAFOR, 2006).

3.6.3 Frecuencia

La frecuencia da una idea de la distribución espacial de la especie, sobre la base de la presencia-ausencia en las parcelas muestreadas (INRENA, 2003).

La frecuencia absoluta se define como el número de subparcelas en que aparece la especie sobre el número total de subparcelas y se expresa en porcentaje, el 100 % indica la existencia de una especie en todas las subparcelas (Lamprecht, 1990).

Según Pinto *et al.* (2011), la probabilidad de encontrar uno o más individuos de una determinada especie en una unidad particular y son expresadas como el porcentaje del número de unidades muestreadas. La frecuencia relativa se calcula sobre la base de la suma total de las frecuencias absolutas de una muestra que se considera igual a 100%.

3.6.4 Índice de valor de importancia

El índice de valor de importancia (IVI) es utilizado para fines de comparación del peso ecológico entre especies. Este índice se calcula usando los promedios de la frecuencia %, la abundancia %, y la dominancia % (Pinto *et al.* 2011).

3.7 Incremento diamétrico

El incremento diamétrico de los árboles es una variable esencial para elegir las especies que deben usarse para realizar la reforestación y para proyectos de restauración ecológica (Williams, 1996).

Los factores importantes que determinan las tasas de crecimiento arbóreo son: la radiación, la disponibilidad de agua y de nutrientes en el suelo pueden ser. Además, Baker *et al.*

(2003) observaron que las tasas de crecimiento individual dependen de una combinación del tamaño del árbol, características ecológicas y específicas de los árboles. Siendo que el incremento periódico anual es el incremento ocurrido entre dos períodos. El incremento ocurrido de una medición hasta la próxima medición.

Para Ramírez et al. (2009), el incremento diamétrico de los árboles es un proceso que depende de factores ambientales y de las características propias de las especies, este crecimiento es importante tanto ecológica como económicamente, ya que ayuda a predecir el rendimiento forestal y a entender la demografía poblacional y la dinámica del bosque.

Según Delgado & Ferro (2000), el comportamiento del incremento de diámetro de los árboles dentro del bosque semidecíduo se manifiesta irregularmente, la cual depende de la especie, edad de los árboles y su posición en la estructura del bosque, así como el grado de desarrollo sucesional en que se encuentra el mismo.

Al realizar la evaluación del crecimiento arbóreo, el diámetro es una de las dimensiones que, comparada con otras, su medición es más fácil y más precisa. Es por esto, que los estudios del crecimiento diamétrico de los árboles, se han basado en estimaciones a partir de mediciones repetidas del diámetro, realizadas en parcelas permanentes de diferente tamaño (Finegan, 1992).

3.8 Biomasa

La biomasa de un bosque está determinada por la cantidad de individuos en el dosel e interactúa con la mortalidad, siendo la biomasa importante para cuantificar la cantidad de nutrientes en diferentes partes de las plantas y estratos de la vegetación, además permite comparar distintos tipos de especies o vegetación, especies y tipo de vegetación similares en diferentes sitios, la cuantificación de la biomasa y el crecimiento de la vegetación en los ecosistemas (Valdivia, 2009).

La biomasa total del bosque es un stock, que incluye el carbono almacenado en los fustes, ramas, hojas, raíces, madera muerta, hojarasca y en el suelo del bosque. Sin embargo, la productividad primaria neta, la respiración, mortalidad, descomposición y la fotosíntesis son flujos que normalmente se expresan en mg/ ha/ año. Pero existe otra forma de estimar la cantidad de carbono de un componente del bosque la cual se realiza determinando su peso seco (Honorio, 2010). Para realizar cálculos de las estimaciones indirectas de la biomasa se utilizan ecuaciones alométricas. El diámetro del árbol es una variable relativamente fácil de medir en campo y estima muy bien la biomasa (Chave *et al.*, 2005); además, para hacer comparaciones de stock de carbono entre diferentes lugares o tipos de bosque es necesario

considerar otras variables como la altura de los individuos y la densidad de la madera (Honorio, 2010).

Lagos & Venegas (2003), consideran que la biomasa es un factor muy importante para realizar estudios de investigación, ya que a partir de la cantidad de biomasa existente en un bosque dado, se puede determinar la cantidad de carbono almacenado y/o fijado por él mismo.

La estimación adecuada de la biomasa de un bosque, es un elemento de gran importancia debido a que ésta permite determinar los montos de carbono y otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes, y representa la cantidad potencial de carbono que puede ser liberado a la atmósfera, o conservado y fijado en una superficie cuando los bosques son manejados para alcanzar los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero (Brown *et al*, 1996).

4 MATERIALES Y METODOS

4.1 La Región Madidi

La Región Madidi está conformada por tres áreas protegidas: el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-ANMI Madidi), el Área Natural de Manejo Integrado Apolobamba (ANMI Apolobamba) y la Tierra Comunitaria de Origen y Reserva de la Biosfera Pílon Lajas(TCO – RB Pílon Lajas), así como sus alrededores. En la región se pudo diferenciar 24 tipos únicos de vegetación, los cuales se encuentran en un buen estado de conservación (Cornejo *et al*. 2010).

4.2 Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Madidi

El Parque Nacional y Área de Manejo Integrado Madidi está ubicado al noreste del departamento de La Paz, en las provincias Franz Tamayo, Abel Iturralde y Larecaja. Tiene una superficie de 1.895.750 ha de las cuales 1.271.500 ha pertenecen al Parque Nacional Madidi y 624.250 ha al Área Natural y Manejo Integrado. Los municipios involucrados son Apolo, San Buenaventura, Ixiamas, Pelechuco y Guanay. Limita al oeste con la frontera de Perú y se extiende, hacia el este, por las estribaciones de la cordillera de Los Andes, adentrándose en la región amazónica. Limita con otros parques nacionales como Manuripi-Heath, el Área Nacional de Manejo Integrado Apolobamba y la Tierra Comunitaria de Origen Pílon Lajas. (SERNAP, 2001).

En función al rango altitudinal presenta una extraordinaria diversidad de ecosistemas, destacando ambientes peri glaciares, paramo yungueño, bosque nublado de ceja, bosque

húmedo de yungas, bosque pluvial subandino, bosque seco mesotérmico, bosque muy húmedo pedemontano, bosque húmedo estacional basal, sabanas de inundación y palmares pantanosos. En relación a la elevada riqueza de ambientes constituye sin duda la región de Bolivia con la mayor diversidad biológica alcanzando una importancia continental (SERNAP 2011, Montes de Oca, 2007).

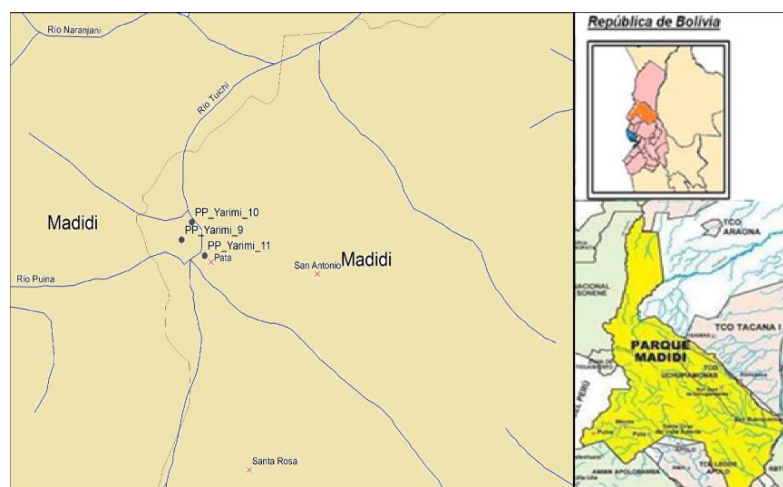
4.3 Bosques semidecíduos de la Región Madidi

Los bosques semidecíduos de la Región Madidi se encuentran en los pisos subandinos inferior y superior con un clima pluviestacional, a una altitud que va de los 500 hasta los 1800 m, estos bosques están compuestos de especies de bosques semidecíduos y bosques amazónicos como ser: *Amburana cearensis*, *Astronium urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, *Caesalpinia floribunda*, *Capparis coimbrana*, *Casearia gossypiosperma*, *Luehea tomentella*, *Maclura tinctoria*, *Myrocarpus frondosus*, *Sweetia fruticosa*, *Pachystroma longifolium*, *Copaifera reticulata*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Bougainvillea modesta*, *Chrysophyllum gonocarpum*, *Caesalpinia pluviosa* y *Anadenanthera colubrina*. (Fuentes, 2005).

4.4 Localización y descripción del área de estudio

El presente trabajo de investigación se realizó dentro del Área Natural de Manejo Integrado Madidi, en las cercanías de la comunidad Virgen del Rosario perteneciente al municipio de Apolo, específicamente en el sector conocido como Yarimita. En este sector se tienen tres parcelas permanentes cada una de 1 ha, que datan desde el año 2005. La ubicación de las parcelas se describe en la tabla 1:

Figura 3. Mapa de las parcelas del sector Yarimita



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Descripción de las parcelas de estudio			
Nº Parcela	Situación Topográfica	Altitud	Coordenadas
PPM I	Fondo de valle	914 m	14° 32,818'S 68° 41,607'W
PPM II	Ladera	984 m	14° 32,463'S 68° 41,422'W
PPM III	Ladera alta o Cima	1186 m	14° 33,085'S 68° 41,132'W

Fuente: Elaboración propia

4.4.1 Geología

La geología del bosque presenta una franja interna de areniscas, ortocuarcitas, lutitas y limolitas del Ordovícico; en la franja central existe presencia de areniscas lutitas y limolitas del Devónico con areniscas conglomerados, lutitas y limolitas del Paleogeno – Neogeno. Entre la cuales están intercaladas franjas de láminas del conglomerado del Carbonífero, areniscas, arcilitas y limolitas del Cretácico, calizas, margas y areniscas del Devónico (Suárez, 2001; Fuentes, 2005).

4.5 Características Climáticas

El clima en la Región Madidi varía de frío en la zona cordillerana, templado en las tierras intermedias montañosas, hasta cálido en las tierras bajas del Norte (SERNAP, 2011). La temperatura promedio anual del bosque subandino oscila entre los 25 °C en las tierras bajas orientales.

La precipitación anual fluctúa alrededor de los 700 mm en las zonas altas y valles secos, y de los 1.800 mm en la llanura estacional, alcanzando niveles extraordinarios de pluviosidad (5.000 mm) en las serranías pluviales del subandino (SERNAP, 2011).

El período seco varía desde un mes en la zona más húmeda del piedemonte subandino al norte, hasta cuatro meses (abril – septiembre) en el valle seco del Tuichi (Fuentes, 2005).

4.6 Vegetación

Los bosques semidecíduos del piso subandino superior con clima pluviestacional ocupan áreas con ombroclima subhúmedo. Tienen en su vegetación a *Amburana cearensis*, *Astronium urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, *Caesalpinia floribunda*, *Capparis coimbrana*, *Casearia gossypiosperma*, *Luehea tomentella*, *Maclura tinctoria*, *Myrocarpus frondosus*, *Sweetia fruticosa*, *Pachystroma longifolium* y *Copaifera reticulata*; también se puede encontrar especies como *Cinchona calisaya*, *Juglans boliviana* y *Hedyosmum angustifolium* entre las más frecuentes (Fuentes, 2005).

4.7 Materiales

4.7.1 Materiales de campo

a) Materiales para la remediación

- GPS
- Brújula
- Placas de aluminio numeradas
- Martillos
- Clavos de aluminio
- Cintas métricas de 50 m
- Cintas diamétricas
- Cintas flagging
- Estacas de madera
- Binoculares
- Planillas de campo
- Cuaderno de campo
- Tubos PVC
- Trepadores
- Tijeras telescópicas
- Bolsas de colecta

b) Materiales para prensar

- Prensas para herborizar
- Periódicos
- Tijeras podadoras
- Lápices y marcadores indelebles

c) Materiales para secar y alcoholizar muestras

- Kerosene
- Secadora de campo
- Bolas negras
- Alcohol
- Hojas de cartón corrugado

4.7.2 Materiales de gabinete

- Computadora
- Muestras herborizadas del herbario
- Claves para identificación
- Material de escritorio
- Estereomicroscopio

4.8 Procedimiento de la investigación

En este trabajo de investigación se realizó un “estudio descriptivo” el cual se basó en recolectar la información mediante planillas de datos para realizar una comparación del bosque semidecidual de esta región en dos tiempos de medición.

4.8.1 Estudio descriptivo

Hernández *et al.* (1997), señalan que, el estudio descriptivo describe situaciones eventos y hechos; esto es como es y cómo se manifiesta determinado fenómeno. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades características de los fenómenos que se someten a un análisis. Miden, evalúan o recolectan datos sobre diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a investigar.

La investigación no experimental es sistemática y empírica en la que las variables independientes no se manipulan porque ya han sucedido. Las inferencias sobre las relaciones entre variables se realizan sin intervención o influencia directa 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.*, 1997).

4.8.2 Diseño del muestreo: Primera etapa

El estudio se basa en la implementación de parcelas permanentes de muestreo generadoras de información para evaluar la sostenibilidad ecológica del bosque ya que es un sistema de predicción del crecimiento de los árboles. El inventario se realizó mediante muestreo estratificado, el cual es utilizado para la elaboración de planes de manejo. El muestreo consiste en la evaluación de una pequeña muestra bien distribuida y representativa del bosque e inferir sus resultados sobre la población. Los inventarios por muestreo permiten un considerable ahorro de tiempo, esfuerzo y dinero, no obstante están afectadas por un error de muestreo. (Orozco & Brumer, 2002)

La estratificación consiste en dividir el área en sub-áreas o zonas con características comunes. La utilización de un muestreo estratificado da 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 suelos, la topografía, diferentes grados de intervención antrópica,

grados de manejo de los ecosistemas, los tipos de bosques asociados con unidades fisiográficas u otros (Matteucci & Colma 1982).

La estadística que se usó fue la descriptiva que incluye la presentación de datos en gráficos y cuadros, así como el cálculo de resúmenes numéricos tales como frecuencia, promedios, porcentajes, etc.

4.8.3 Recolección de la información primaria: Segunda etapa

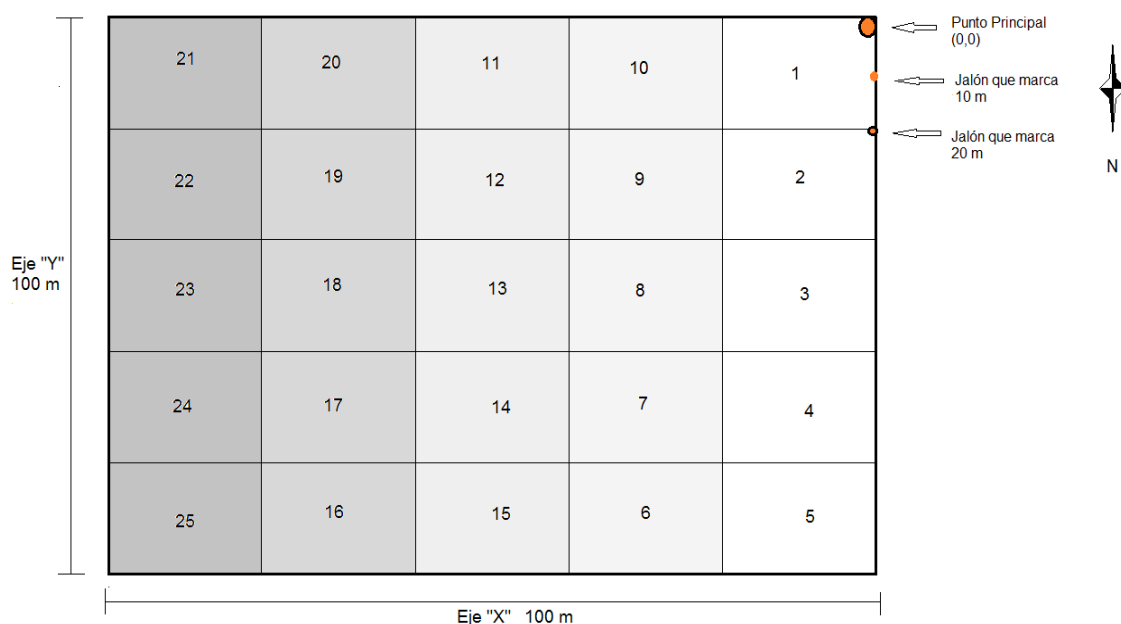
En esta etapa de la investigación, se realizó la recolección de la información básica y general del bosque con la ayuda de planillas de campo, de las cuales se pudo sacar la orientación que tiene el presente estudio compatibilizando los objetivos a cumplir de la tesis y los objetivos del Proyecto Inventario Florístico Madidi para facilitar el levantamiento de datos por los cuales, se pudo plasmar en el perfil de investigación presentado como pre requisito para la realización de la segunda etapa de esta investigación.

4.8.3.1 Identificación de las parcelas

Para reubicar las parcelas permanentes previamente establecidas se hizo uso de la orientación y la localización de los árboles plaqueados previamente para ayudar a definir los bordes de la parcela y donde se pueda ubicar alguna estaca de limitación, además se encontró primero el punto 0,0 de la parcela, que está ubicado al sur oeste del sitio, en este proceso también se utilizó un mapa de la ubicación de los árboles. Una vez que se ubicó el punto inicial, se trazaron las líneas principales y los límites de cada subparcela, con ayuda de una brújula. A modo de reabrir las sendas principales de acceso a la parcela, se buscaron las estacas de PVC clavadas junto a los jalones que ayudaron en el establecimiento de la parcela. Una vez ubicadas las estacas, se reemplazaron los jalones marcados con cinta flagging para reinstalar la parcela (RAINFOR, 2009).

La delimitación de la parcela puede ser sencilla si en el bosque la mayoría de los arboles mantienen sus placas, pero se dificultará si dichos árboles han perdido sus placas o existen árboles caídos en los límites de la parcela (RAINFOR, 2009).

Figura 4. Modelo de Parcela Permanente de Muestreo (PPM de 1ha), subdividida en parcelas de 20 x 20 m y divisiones de 10 m



Fuente: Elaboración Propia

4.8.3.2 Remediación de Parcelas Permanentes

Al trabajar en bosques naturales se necesita recolectar información clara, precisa y confiable mediante un inventario forestal, el cual es un sistema de recolección de datos cuantitativos y cualitativos de los individuos que componen el bosque lo que ayuda a realizar planificaciones de manejo a mediano y largo plazo (INRENA, 2003).

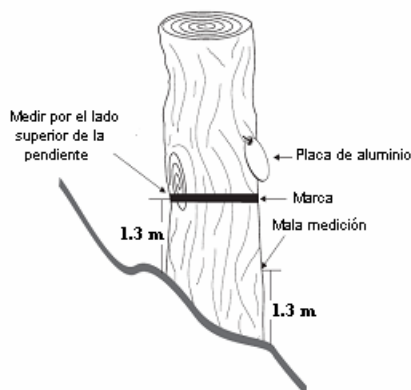
La remediación de parcelas permanentes consiste en evaluar por segunda ocasión a todos los individuos considerados en una primera medición, incluyendo los individuos muertos hallados entre ambos periodos, así como todos los individuos reclutas que se van encontrando en cada parcela (Irma, 2006).

La toma de datos se realizó considerando que la parcela está instalada sobre un plano cartesiano (X, Y), donde cada subparcela fue muestreada con un punto 0,0 y cada individuo censado tiene sus propias coordenadas (Balcázar, 2003).

Se midieron todos los individuos que presentan un DAP mayor o igual a 10 cm, esta medida se la realizo a 1.30 m de altura del individuo desde la base a 20 cm por debajo del punto donde se clavó la placa del individuo, con el fin de conocer el incremento diamétrico de los árboles en el transcurso del tiempo (IBIF, 2008).

Durante la evaluación de las parcelas uno de los problemas presentes fue que las placas de algunos individuos no se encontraban en los troncos, sino que se las encontró en el suelo de tal modo que fueron reemplazadas por placas nuevas numeradas con el código que les correspondía anteriormente.

Figura 5. Posicionamiento de la placa



Fuente: BOLFOR 2003

Otros datos que fueron tomados en la remediación son: la altura total del árbol y altura al fuste, coordenadas de cada individuo, variables ecológicas (descritas a continuación), grado de infestación de lianas, estado fenológico y por último se hizo el reconocimiento de cada especie evaluada. Estos datos fueron recogidos en planillas de campo previamente impresas, las cuales contienen información de la primera medición de todos los individuos censados en las parcelas.

Para realizar la toma de los datos, se utilizó las variables ecológicas propuestas por (Dawkins 1958).

4.8.3.3 Posición de la copa con respecto a la luz solar

Categoría 1: Emergente, copa vertical y horizontalmente expuesta a la luz, libre de competencia lateral.

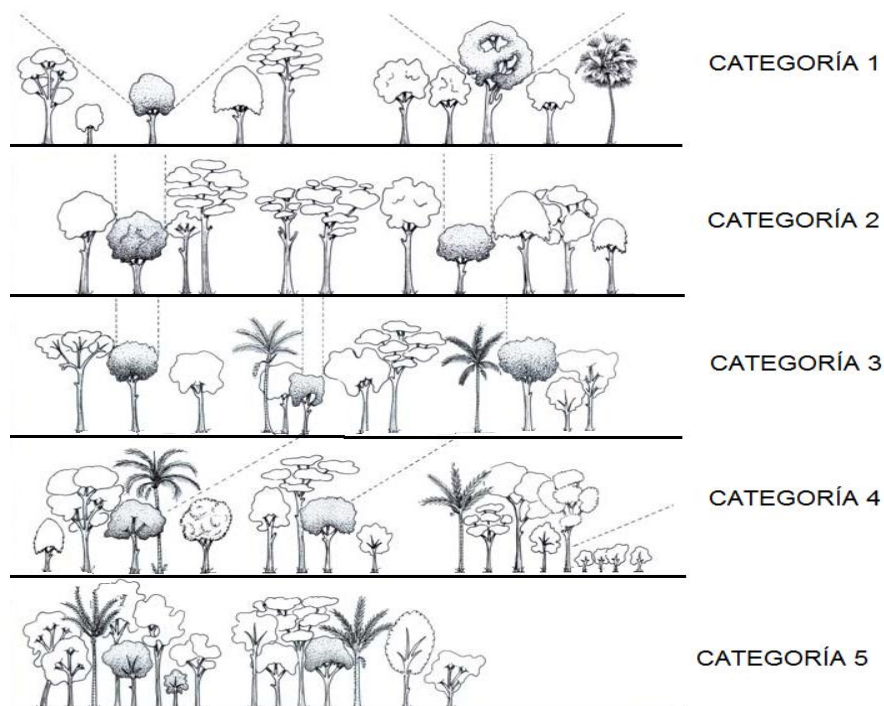
Categoría 2: Dominante, copa con la parte superior plenamente expuesta a la luz vertical pero adyacente a otras copas de igual tamaño.

Categoría 3: Codominante, la parte superior de la copa está expuesta al sol, o parcialmente sombreada por otras copas.

Categoría 4: Intermedia, la parte superior de la copa totalmente sombreada, pero está expuesta a la luz lateral directa, debido a un claro.

Categoría 5: Suprimida, también denominada como “árboles con ausencia de luz”, se ubican debajo del dosel, de modo que reciben luz indirecta.

Figura 6. Categorías de posición de copa con respecto a la luz solar



Fuente: BOLFOR (1999)

4.8.3.4 Forma de la copa

Categoría 1: Perfecta, presenta el mejor tamaño y forma, generalmente amplia, plana circular y simétrica.

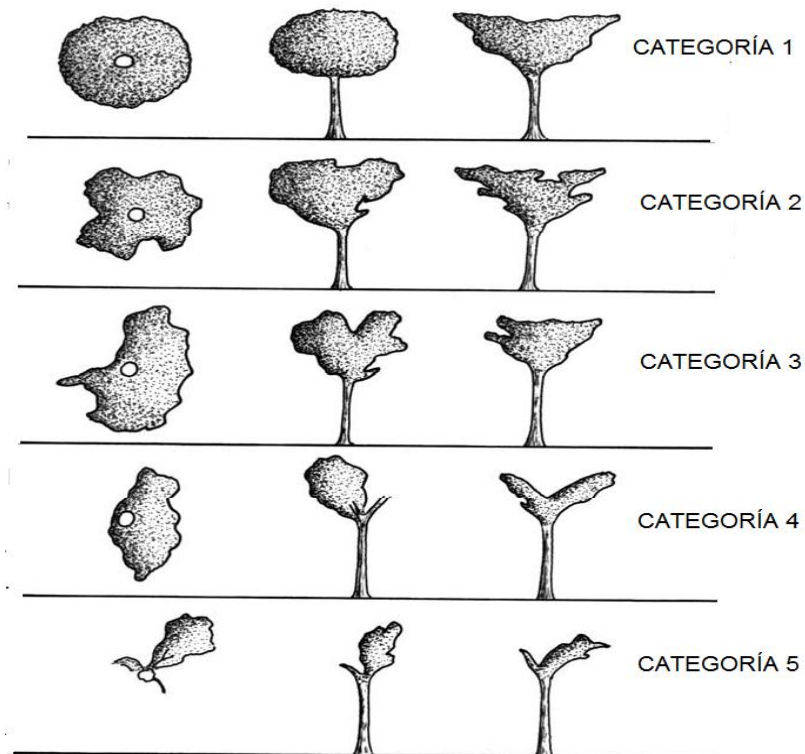
Categoría 2: Buena, similar a la copa perfecta, con alguna asimetría leve o algún extremo de rama muerta.

Categoría 3: Tolerable, evidentemente asimétrica o rala, pero con capacidad de mejorar si se les da espacio.

Categoría 4: Pobre, con presencia de una grave muerte progresiva, fuertemente asimétrica y con pocas ramas, pero capaces de sobrevivir.

Categoría 5: Muy pobre, degradada o suprimida, muy dañada.

Figura 7. Categorías de forma de copa



Fuente: BOLFOR (1999)

4.8.3.5 Infestación de lianas

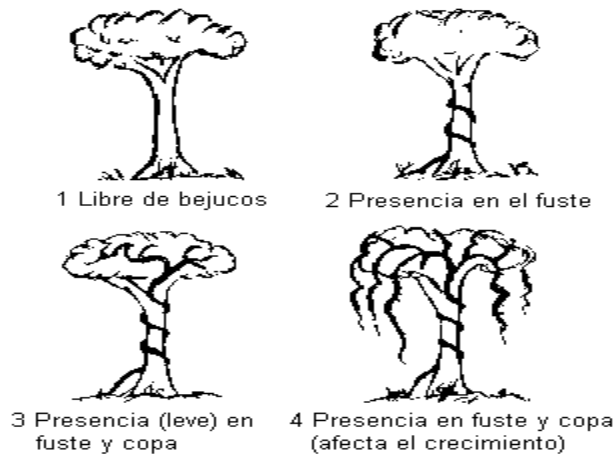
Grado 1: Árbol libre de lianas.

Grado 2: Presencia de lianas solamente en el fuste, la copa está libre de ellos.

Grado 3: Presencia leve de lianas en el fuste y la copa, pero no afectan el crecimiento terminal.

Grado 4: La totalidad de la copa cubierta y el fuste cubierto de lianas, el crecimiento terminal está seriamente afectado.

Figura 8. Infestación de lianas



Fuente: BOLFOR (1999)

4.8.3.6 Mortalidad de individuos

Los individuos muertos en las parcelas fueron registrados en una planilla de mortalidad donde se tomó en cuenta: el número de placa del individuo muerto, número de subparcela, la especie y familia del individuo, tipo de mortalidad, altura del tronco remanente, dirección de caída, grado de descomposición, altura de contrafuertes, si tiene, caídas múltiples y notas si es necesario aclarar algunas situaciones observadas.

De la misma forma que en la remediación se tuvo el problema de ubicar a los individuos por la pérdida de sus placas y mucho más entre los muertos porque en algunos casos estos estaban desvanecidos.

4.8.3.7 Reclutamiento de individuos

Para tomar los datos de reclutamiento de individuos se midió el DAP \geq a 10 cm, además de todas las mediciones correspondientes, estos reclutas fueron plaqueados a medida que fueron apareciendo con número de placa correlativo al último número de placa de la primera medición. En el caso donde no había seguridad de la identificación del recluta se recolectó una muestra para su posterior identificación en el herbario.

En ocasiones se encontró individuos que tenían una medida de DAP mayor a la que se esperaba, estos eran reclutas improbables y se asumió que no fueron tomados en cuenta en la primera medición y se los incluyó en la remediación como reclutas.

4.8.3.8 Colecta de muestras

Se colectaron todos los individuos cuya identificación no fue confiable en campo o hayan cambiado de identificación, colectándose 2 duplicados para especímenes estériles (sin estructuras reproductivas) y 4 duplicados para especímenes fértiles (con flores y/o frutos y/o semillas). Las colectas fueron identificadas con las iniciales del colector y un número correlativo.

De las especies colectadas se registró características dendrológicas como: presencia o ausencia de olor, color de exudados, características de las hojas, corteza, ramificación, color de flores y tipo de frutos. En planillas de campo también se registraron parámetros como número de parcela, número de placa, número de colecta, nombre común, familia botánica, nombre científico, coordenadas (X, Y), estado fenológico y observaciones generales.

El material colectado se colocó en bolsas plásticas, para su posterior prensado y secado. Se utilizó dos secadoras de campo y estufas a gasolina. El material que no seco en campo, fue alcoholizado (70 % alcohol etílico y 30 % agua) para su preservación hasta su traslado al Herbario Nacional de Bolivia (LPB), en donde se secaron en secadoras eléctricas.

4.8.4 Procesamiento de la información: Tercera etapa

De acuerdo con los datos obtenidos en las planillas mediante la evaluación del bosque se realizaron los análisis de composición y estructura del bosque, cálculos de coeficientes de mortalidad y reclutamiento, cálculo del incremento diamétrico y cálculo de la biomasa aérea.

4.8.4.1 Composición y estructura del bosque

4.8.4.1.1 Abundancia

La abundancia absoluta es el número de individuos de una especie, familia o clase de plantas en un área determinada (Matteucci & Colma, 1982). Para medir la abundancia se utilizará la siguiente fórmula:

$$Ab = N / A$$

Dónde:

N = Número de individuos de un especie o familia

A = Área determinada

4.8.4.1.2 Abundancia relativa

La abundancia relativa es relación porcentual del número de individuos de una familia o especie y el número de individuos de todas las especies o familias (Curtis & McIntosh, 1951)

$$Ar = (N / Nt) \times 100$$

Dónde:

N = es el número de individuos de una especie o familia

Nt = es el número total de individuos

4.8.4.1.3 Dominancia

La dominancia esta se expresa en valores absolutos por unidad de superficie o valores relativos y se mide en función del área basal de la especie (Matteucci & Colma, 1982). Para determinarla se utilizará la formula detallada a continuación:

$$AB_{abs} = (\pi / 4) \times (D)^2$$

Dónde:

AB_{Abs} = área basal absoluta

$\pi = 3.1416$

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

4.8.4.1.4 Dominancia relativa

Matteucci & Colma (1982), proponen que la dominancia relativa es la relación porcentual entre área basal total de una especie o familia y la suma del área basal de todas las especies o familias.

$$Dor = (AB_{sp} / AB_{total}) \times 100$$

Dónde:

AB_{sp} = Área basal de la especie

AB total = Área basal total

4.8.4.1.5 Frecuencia relativa

La frecuencia relativa es calculada en base a las frecuencias absolutas de cada especie sobre la suma de las frecuencias absolutas de todas las especies encontradas (Matteucci & Colma, 1982).

$$Fr = (Fa \text{ sp} / Fa \text{ total}) \times 100$$

Dónde:

Fa sp= Frecuencia absoluta de la especie

Fa total = Suma de las Frecuencias absolutas de todas las especies

4.8.4.1.6 Diversidad relativa

Expresa la relación porcentual entre el número de especies de una determinada familia y el número total de especies encontradas (Matteucci & Colma, 1982).

$$Dr = (N^{\circ} \text{ sp} / N^{\circ} \text{ total sp}) \times 100$$

Dónde:

N° sp = Número de especies de una familia

N° total sp = Número total de especies encontradas

4.8.4.1.7 Índice de valor de importancia

Según Lamprecht (1990) el índice de importancia (IVI) de una especie es la suma de su densidad relativa, dominancia relativa y frecuencia relativa.

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

Dónde:

Ar = abundancia relativa de las especies

Dor = dominancia relativa de la especie

Fr = frecuencia relativa de la especie

El índice de valor de importancia de una familia (IVIF) es la suma de su densidad relativa, dominancia relativa y diversidad relativa.

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

Dónde:

IVIF=índice de valor de importancia por familia

Ar = abundancia relativa

Dor = dominancia relativa

Dr. = diversidad relativa.

4.8.4.2 Cálculo del coeficiente de mortalidad

Se puede calcular a partir de la pendiente del logaritmo neperiano de la curva de sobrevivencia, Londoño y Jiménez (1999) citados por Mosquera *et al.* (2009), mediante:

$$\lambda_m = [\text{Ln}(N_0 / N_s)/t] \times 100$$

Donde:

λ_m = Coeficiente de mortalidad exponencial

Ln= Logaritmo neperiano

N_0 = Número de individuos inicialmente inventariados

N_s = Número de individuos inicialmente inventariados sobrevivientes en un inventario posterior, después de un intervalo de tiempo t.

$N_s = N_0 - Mu$

Donde Mu=Número de individuos muertos durante el intervalo de tiempo t.

t=Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre dos mediciones de una parcela.

4.8.4.3 Cálculo coeficiente de reclutamiento exponencial

Según Londoño y Álvarez (1997) citados por Mosquera *et al.* (2009). Se puede calcular en términos similares a la mortalidad, el coeficiente se obtiene de una función exponencial de incremento poblacional.

$$\lambda_r = [\text{Ln}(N_t/N_0)/t] \times 100$$

Dónde:

λ_r = Coeficiente de reclutamiento exponencial

Ln= Logaritmo natural

N_0 = Número de individuos inicialmente inventariados

t= Intervalo de tiempo en años, transcurrido entre los dos inventarios

I= Número de individuos reclutados durante el intervalo de tiempo t.

N_t = Número de Individuos inicialmente inventariados, más los reclutados durante el periodo de tiempo t

$$N_t = N_0 + I$$

4.8.4.4 Cálculo de biomasa.

Para realizar el cálculo de biomasa aérea del bosque en estudio se tomará en cuenta la fórmula propuesta por Chave (2005), en la que se usan datos de DAP, altura y densidad de la madera para arboles con DAP ≥ 10 cm.

$$BA = \rho \cdot \exp(-1.499 + 2.148 \cdot \text{Ln}(\text{DAP}) + 0.207 \cdot (\text{Ln}(\text{DAP}))^2 - 0.0281 \cdot (\text{Ln}(\text{DAP}))^3)$$

Dónde:

BA = Biomasa aérea en tn

ρ = Densidad aparente de la madera g/cm³

DAP = Diámetro de los individuos medido a 1.30 m desde el suelo

Los resultados de esta ecuación están expresados en kilogramos por árbol. Para obtener datos de biomasa total se deben sumar los resultados de biomasa de cada

árbol y para calcular la biomasa en toneladas por hectárea se divide el valor total entre 1000 veces el número de hectáreas medidas (Mostacedo *et al.* 2008).

5 RESULTADOS

5.1 Análisis de la estructura del bosque

5.1.1 Estructura del bosque en fondo de valle

El gráfico 1 muestra la distribución de los individuos existentes en la parcela de fondo de valle con relación a las clases diamétricas establecidas, entre la primera medición (2005) y la segunda medición (2012), se puede observar una mayor acumulación de individuos en las clases diamétricas menores, para luego ir disminuyendo gradualmente a medida que el rango de las clases se incrementa. La distribución llega a formar una “J” invertida, la cual representa el equilibrio de las diferentes etapas de desarrollo del bosque.

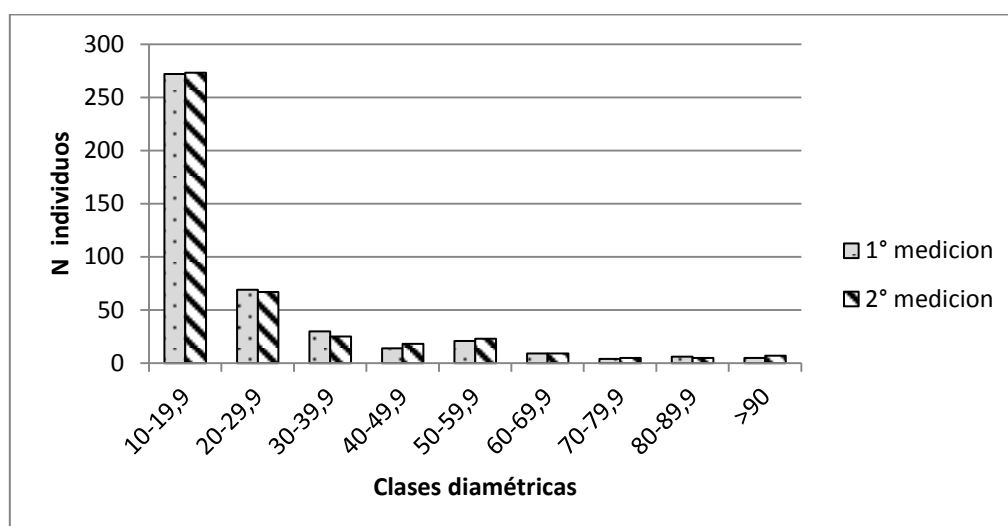


Gráfico 1. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases diamétricas

El DAP máximo encontrado fue 107.5 cm perteneciente a un individuo de la especie *Anadenanthera colubrina*, luego con 98.5 cm se encuentra *Anadenanthera colubrina* y *Ceiba speciosa* con 92 cm. que son los individuos de mayor diámetro en la parcela.

Myroxylon peruiferum, *Urera baccifera*, *Capparidastrium coimbranum* y *Omphalea diandra* resultaron ser las especies más abundantes de la clase 10 a 19.9 cm, acumulando el 63.02% del total de individuos. En la clase diamétrica de 20 a 29.9 cm encontramos al 15.58% del total de individuos, en esta clase las especies más

abundantes fueron *Gallesia integrifolia*, *Bougainvillea modesta*, *Phyllostylon rhamnoides* y *Capparidastrium coimbranum*. La clase diamétrica 30 a 39.9 cm acumulo el 5.81% de los individuos y tiene las siguientes especies importantes *Anadenanthera colubrina*, *Gallesia integrifolia*, y *Phyllostylon rhamnoides*. La siguiente clase diamétrica (40 a 49.9) presenta a 4.19% individuos con especies como *Bougainvillea modesta* y *Anadenanthera colubrina*. La clase diamétrica 50 a 59.9 cm contiene las siguientes especies *Anadenanthera colubrina*, *Ceiba speciosa* y *Gallesia integrifolia* que acumularon 5.35%. Las demás clases diamétricas superiores sumaron 26 individuos representando un 6.05% entre los que se citan a *Anadenanthera colubrina*, *Ceiba speciosa* y *Gallesia integrifolia*.

El gráfico 2 muestra la distribución de los individuos existentes en la parcela de fondo de valle con relación a las clases altimétricas establecidas, entre la primera medición (2005) y la segunda medición (2012), donde se presenta la mayor acumulación de individuos en la clase de 35 a 40.9 m en 2005 y en la clase altimétrica de 11 a 16.9 m en 2012.

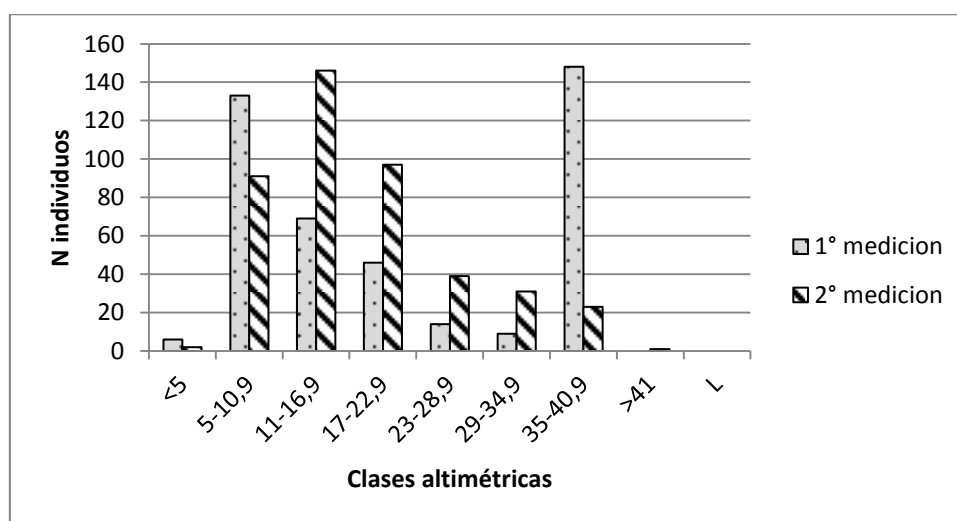


Gráfico 2. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases altimétricas

Gallesia integrifolia, *Phyllostylon rhamnoides*, *Oxandra espinosa* y *Capparidastrium coimbranum* resultaron ser las especies más abundantes de la clase 11 a 16.9 m, acumulando el 33.95% del total de individuos. En la clase altimétrica <5 m encontramos al 0.47% del total de individuos, en esta clase las especies conformantes fueron *Achatocarpus praecox* y *Urera baccifera*. La clase altimétrica 5 a 10.9 m acumuló el 21.16% de los individuos y tiene las siguientes especies importantes *Urera baccifera*, *Capparidastrium coimbranum*, y *Achatocarpus praecox*. La siguiente clase

altimétrica (17 a 22.9) presenta a 6.28% individuos con especies como *Gallesia integrifolia* y *Senegalia polyphylla*. La clase altimétrica 23 a 28.9 m contiene las siguientes especies *Anadenanthera colubrina*, *Celtis loxensis* y *Myroxylon peruiferum* que acumularon 9.07%. Las demás clases altimétricas superiores representaron un 12.79% entre los que se citan a *Anadenanthera colubrina*, *Senegalia polyphylla*, *Myroxylon peruiferum* y *Gallesia integrifolia*.

5.1.2 Estructura del bosque en ladera

El gráfico 3 muestra la distribución de los individuos existentes en la parcela de ladera con relación a las clases diamétricas establecidas, entre la primera medición (2005) y la segunda medición (2012), se puede observar una mayor acumulación de individuos en las clases diamétricas menores, para luego ir disminuyendo gradualmente a medida que el rango de las clases se incrementa. La distribución llega a formar una “J” invertida, la cual representa el equilibrio de las diferentes etapas de desarrollo del bosque.

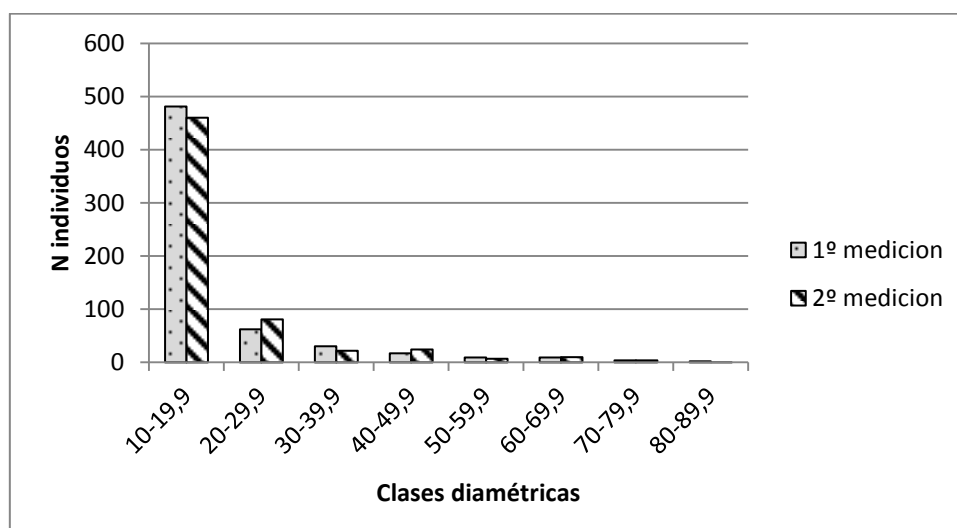


Gráfico 3. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases diamétricas

El DAP máximo encontrado fue 89.9 cm perteneciente a un individuo de la especie *Ceiba boliviana*, luego con 78.2 cm se encuentra *Schinopsis brasiliensis*, *Gallesia integrifolia* con 77.9 cm y *Anadenanthera colubrina* con 74.6 cm que son los individuos de mayor diámetro en la parcela.

Oxandra espintana, *Urera baccifera*, *Senegalia lorentensis* y *Trichilia elegans* resultaron ser las especies más abundantes de la clase 10 a 19.9 cm, acumulando el 75.53% del total de individuos. En la clase diamétrica de 20 a 29.9 cm encontramos al 13.30% del

total de individuos, en esta clase las especies más abundantes fueron *Oxandra espihana*, *Senegalia lorentensis* y *Machaerium scleroxylon*. La clase diamétrica 30 a 39.9 cm acumuló el 3.61% de los individuos y tiene las siguientes especies importantes *Machaerium scleroxylon*, *Aspidosperma cylindrocarpon*, y *Senegalia lorentensis*. La siguiente clase diamétrica (40 a 49.9) presenta a 3.94% individuos con especies como *Anadenanthera colubrina* y *Aspidosperma cylindrocarpon*. La clase diamétrica 50 a 59.9 cm contiene las siguientes especies *Anadenanthera colubrina*, y *Ceiba boliviana* que acumularon 1.15%. Las demás clases diamétricas superiores sumaron representan un 2.46% entre los que se citan a *Anadenanthera colubrina*, y *Gallesia integrifolia*.

El gráfico 4 muestra la distribución de los individuos existentes en la parcela de ladera con relación a las clases altimétricas establecidas, entre la primera medición (2005) donde la mayor acumulación de individuos pertenecen a rango de 11 a 16.9 m de altura con un 45%, y la segunda medición (2012), se confirma dominancia de esta clase en la parcela.

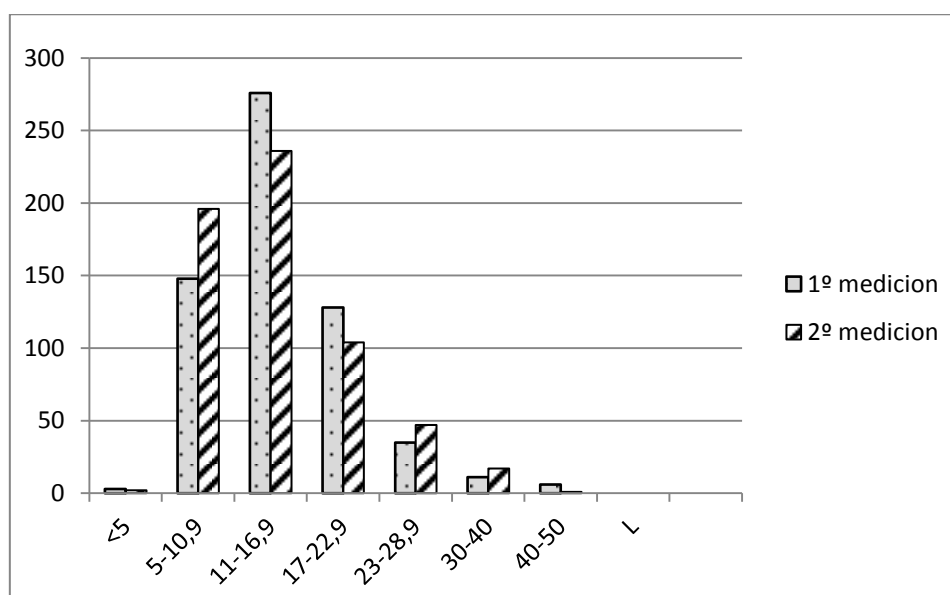


Gráfico 4. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases altimétricas

Oxandra espihana, *Senegalia lorentensis* y *Machaerium scleroxylon* resultaron ser las especies más abundantes de la clase 11 a 16.9 m, acumulando el 39% del total de individuos. En la clase altimétrica <5 m encontramos al 0.33% del total de individuos, en esta clase las especies conformantes fueron *Cynophalla polyantha*, *Brasiliopuntia brasiliensis* y *Urera baccifera*. La clase altimétrica 5 a 10.9 m acumuló el 32.45% de

los individuos y tiene las siguientes especies importantes *Urera baccifera*, *Trichilia elegans*, y *Coccoloba*. La siguiente clase altimétrica (17 a 22.9) presenta a 17.22% individuos con especies como *Oxandra espintana*, *Senegalia lorentensis* y *Aspidosperma cylindrocarpon*. La clase altimétrica 23 a 28.9 m contiene las siguientes especies *Anadenanthera colubrina*, *Senegalia lorentensis* y *Myroxylon peruiferum* que acumularon 7.78%. Las demás clases altimétricas superiores representaron un 2.98% entre los que se citan a *Anadenanthera colubrina*, *Senegalia lorentensis*, y *Aspidosperma cylindrocarpon*.

5.1.3 Estructura del bosque en cima

El gráfico 5 muestra la distribución de los individuos existentes en la parcela de ladera con relación a las clases diamétricas establecidas, entre la primera medición (2005) y la segunda medición (2012), se puede observar una mayor acumulación de individuos en las clases diamétricas menores, para luego ir disminuyendo gradualmente a medida que el rango de las clases se incrementa. La distribución llega a formar una “J” invertida, la cual representa el equilibrio de las diferentes etapas de desarrollo del bosque.

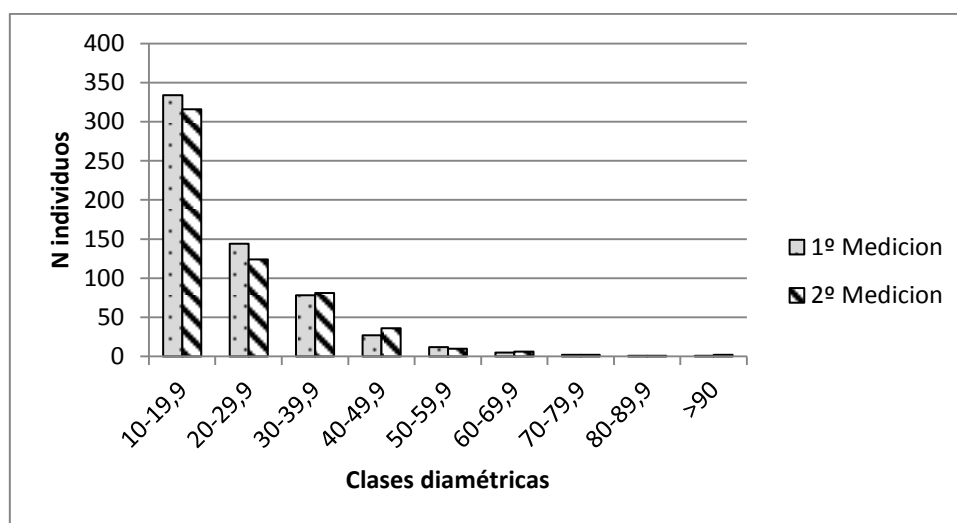


Gráfico 5. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases diamétricas

El DAP máximo encontrado fue 83.4 cm perteneciente a un individuo de la especie *Anadenanthera colubrina*, luego con 75.4 cm se encuentra *Schinopsis brasiliensis* y *Anadenanthera colubrina* con 71.4 cm. que son los individuos de mayor diámetro en la parcela.

Ocotea rubrinervis, *Siphoneugena occidentalis*, y *Copaifera reticulata* resultaron ser las especies más abundantes de la clase 10 a 19.9 cm, acumulando el 54.67% del total de individuos. En la clase diamétrica de 20 a 29.9 cm encontramos al 21.45% del total de individuos, en esta clase las especies más abundantes fueron *Myracrodruon urundeuva*, *Copaifera reticulata*, y *Myracrodruon urundeuva*. La clase diamétrica 30 a 39.9 cm acumulo el 14.01% de los individuos y tiene las siguientes especies importantes *Copaifera reticulata*, *Anadenanthera colubrina*, y *Myracrodruon urundeuva*. La siguiente clase diamétrica (40 a 49.9) presenta a 6.23% individuos con diamétrica 50 a 59.9 cm contiene las siguientes especies *Anadenanthera colubrina*, *Hymenaea courbaril* y *Cariniana estrellensis* que acumularon 1.73%. Las demás clases diamétricas superiores sumaron 26 individuos representando un 1.90% entre los que se citan a *Anadenanthera colubrina*, *Myracrodruon urundeuva*, *Schinopsis brasiliensis* y *Cariniana estrellensis*.

El gráfico 6 muestra la distribución de los individuos de la parcela que se encuentra en la cima con relación a las clases altimétricas establecidas, entre la primera medición (2005) donde la mayor acumulación de individuos pertenecen a rango de 11 a 16.9 m de altura con un 36%, y la segunda medición (2012), se confirma dominancia de esta clase tomando en cuenta que ahora hubo una pequeña disminución representada por un 34% de individuos totales.

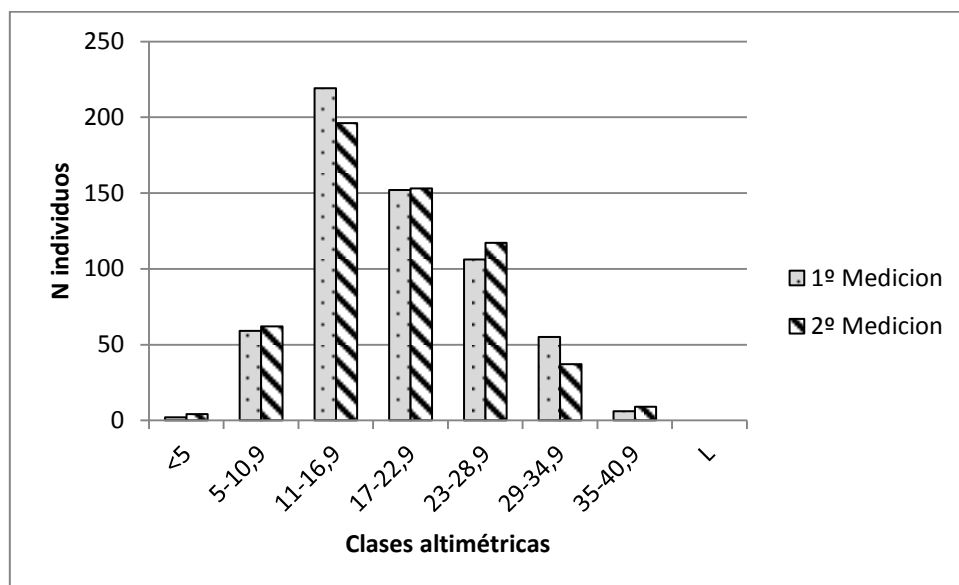


Gráfico 6. Distribución del número de individuos de la primera y segunda medición vs. clases altimétricas

Siphoneugena occidentalis, *Ocotea rubrinervis* y *Copaifera reticulata* resultaron ser las especies más abundantes de la clase 11 a 16.9 m, acumulando el 33.91% del total de

individuos. En la clase altimétrica <5 m encontramos al 0.69% del total de individuos, en esta clase las especies conformantes fueron *Anadenanthera colubrina*, *Siphoneugena occidentalis* y *Ocotea rubrinervis*. La clase altimétrica 5 a 10.9 m acumuló el 10.73% de los individuos y tiene las siguientes especies importantes *Ocotea rubrinervis*, *Siphoneugena occidentalis*, y *Urera baccifera*. La siguiente clase altimétrica (17 a 22.9) presenta a 26.47% individuos con especies como *Copaifera reticulata*, *Myracrodruon urundeuva* y *Casearia gossypiosperma*. La clase altimétrica 23 a 28.9 m contiene las siguientes especies *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera colubrina* y *Aspidosperma macrocarpon* que acumularon 20.24%. Las demás clases altimétricas superiores representaron un 7.96% entre los que se citan a *Myracrodruon urundeuva*, *Anadenanthera colubrina*, y *Hymenaea courbaril*.

5.1.4 Estructura del bosque semidecuido estudiado

En el gráfico 7 se puede observar que los individuos más abundantes en las tres parcelas se encuentran en un rango de DAP de 10 a 19.9 cm, pero en la parcela de ladera es donde se agrupan más individuos en esta clase diamétrica con relación a las demás parcelas.

Un fenómeno interesante se presenta en las parcelas de fondo de valle y ladera ya que si bien tiene más individuos en la primera clase diamétrica, también se destaca la segunda clase diamétrica de 20 a 29.9 cm de DAP, las demás clases quedan sin sobresalir demasiado. Por el contrario la parcela de cima tiene cuatro clases diamétricas destacables las que van desde 10 cm de y se extiende hasta los 49.9 cm de DAP.

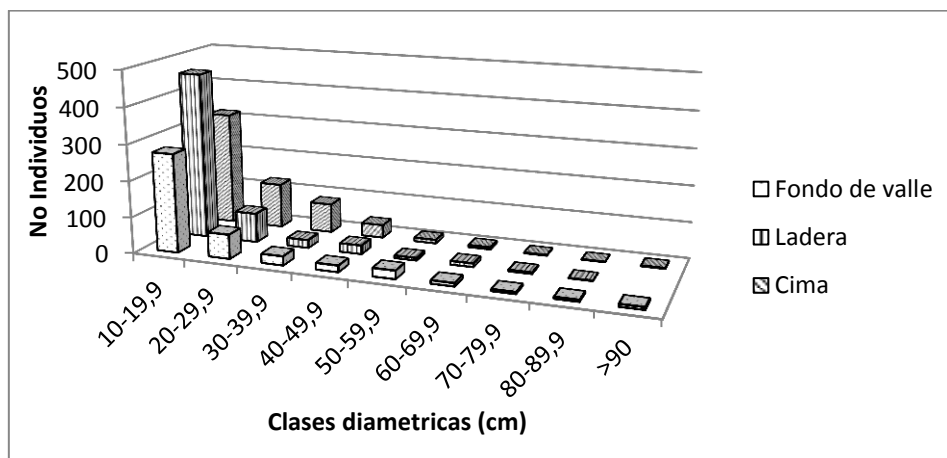


Gráfico 7. Comparación entre parcelas de la distribución de individuos de la remediación según las clases diamétricas

El gráfico 8 muestra las distribuciones de los individuos de las tres parcelas con relación a las clases altimétricas, resaltando que la mayor parte de los individuos se encuentran entre los 11 y 16.9 m de altura, pero en la parcela de ladera es la que sobre sale más en este rango y que además tiene un número importante de individuos que se encuentran en el rango de 5 a 10.9 m.

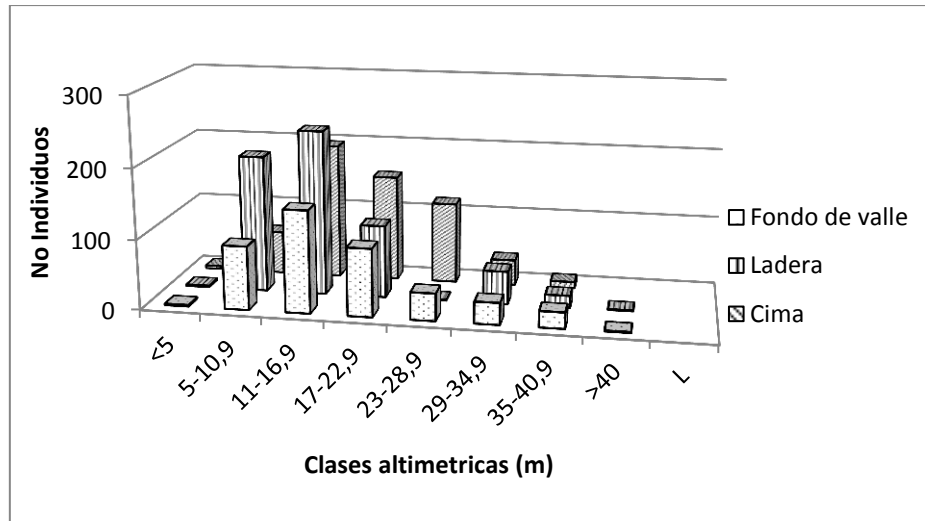


Gráfico 8. Comparación entre parcelas de la distribución de individuos de la remediación según las clases altimétricas

5.2 Análisis de la composición del bosque

5.2.1 Composición del bosque en fondo de valle

El gráfico 9 muestra el Índice de Valor de Importancia calculado por especies de la parcela de fondo de valle, la especie que tiene mayor presencia en esta parcela es *Anadenanthera colubrina* con un IVI de 23.01%, seguido de *Gallesia integrifolia* con un 10.94% y *Senegalia polyphylla* con un IVI de 7.01%.

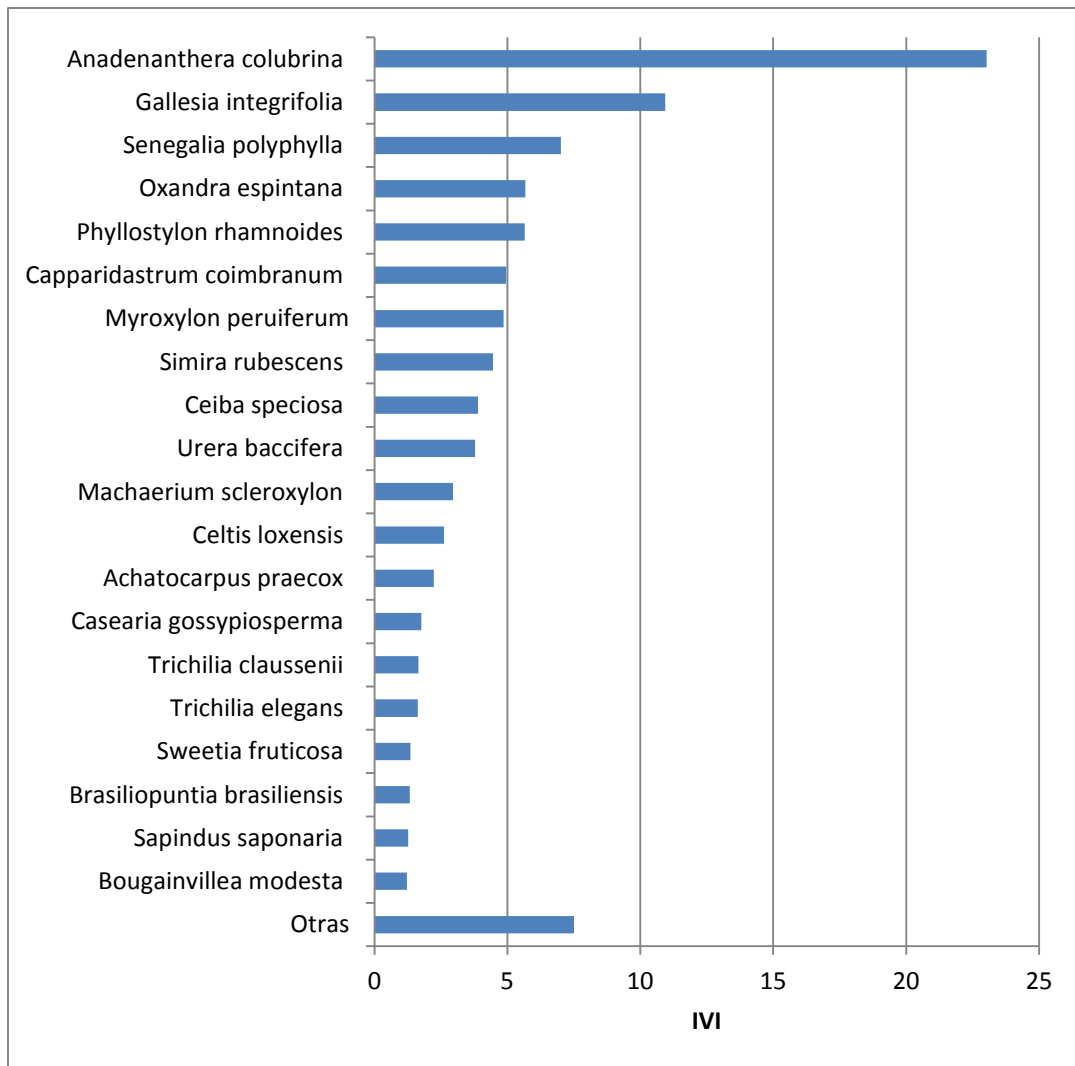


Gráfico 9. Índice de Valor de Importancia por especie para la parcela de fondo de valle

En relación al Índice de Valor de Importancia, en el gráfico 10, se muestran los valores descritos que otorgan el mayor peso ecológico a la familia Fabaceae con 35.62%, Phytolaccaceae (8.97%), Malvaceae (6.11%), Ulmaceae (5.30%), Nyctaginaceae (4.34%), Meliaceae (4.25%), Annonaceae (4.23%), Capparaceae (4.04%) y otras que suman 27 %.

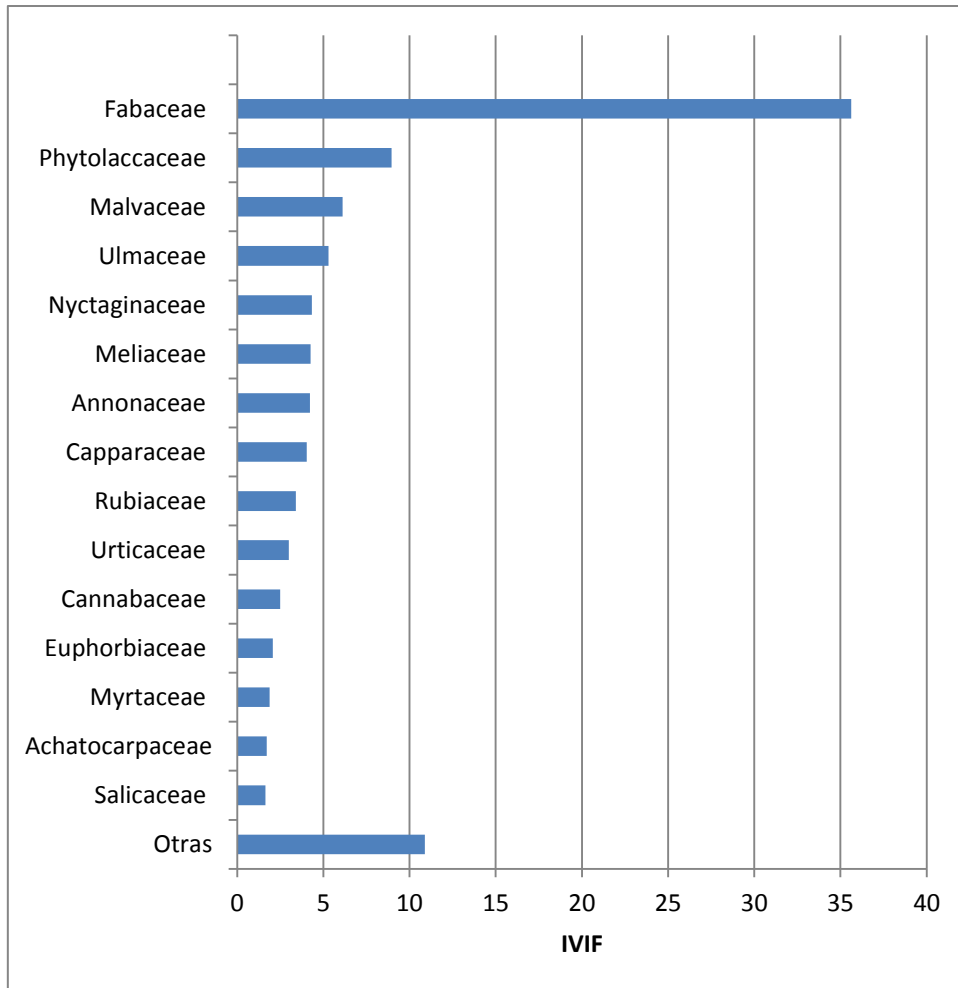


Gráfico 10. Índice de Valor de Importancia por familia para la parcela de fondo de valle

5.2.2 Composición del bosque en ladera

En el gráfico 11 muestra el Índice de Valor de Importancia por especies de la parcela de ladera donde las especies de mayor importancia están representadas por: *Oxandra espintana* con un IVI de 19.16%, seguida por *Anadenanthera colubrina* con un IVI de 9.28% y *Aspidosperma cylindrocarpon* con un IVI de 6.52%

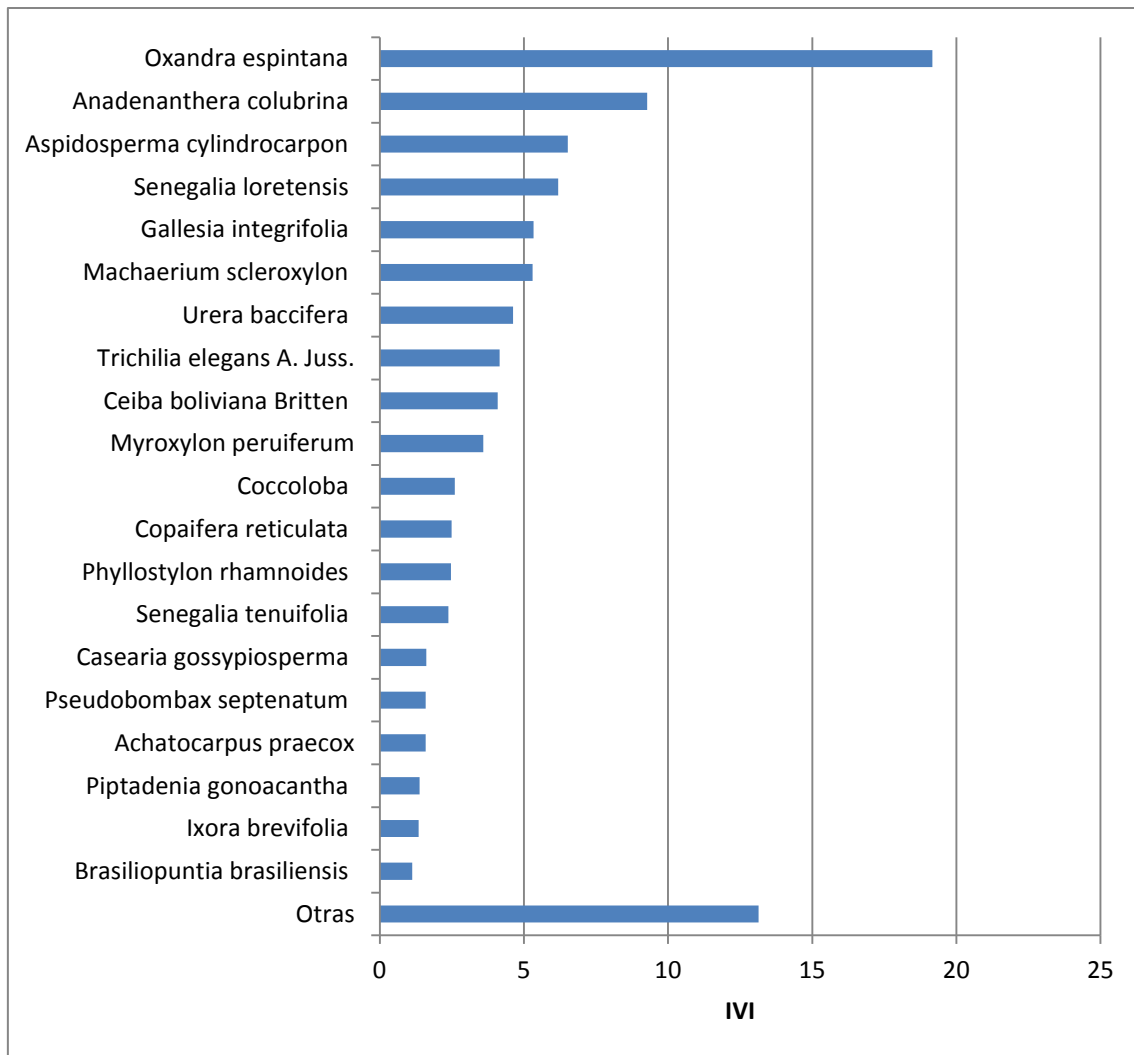


Gráfico 11. Índice de Valor de Importancia por especie

En relación al índice de valor de importancia ecológica, en el gráfico 12, se muestran los valores descritos que otorgan el mayor peso ecológico a la familia Fabaceae con 30.59%, Annonaceae (17.5%), Apocynaceae (6.13%), Malvaceae (5.08%), Phytolaccaceae (4.69%), Myrtaceae (4.25%), Meliaceae (3.63%) y otras que suman 28.7 %.

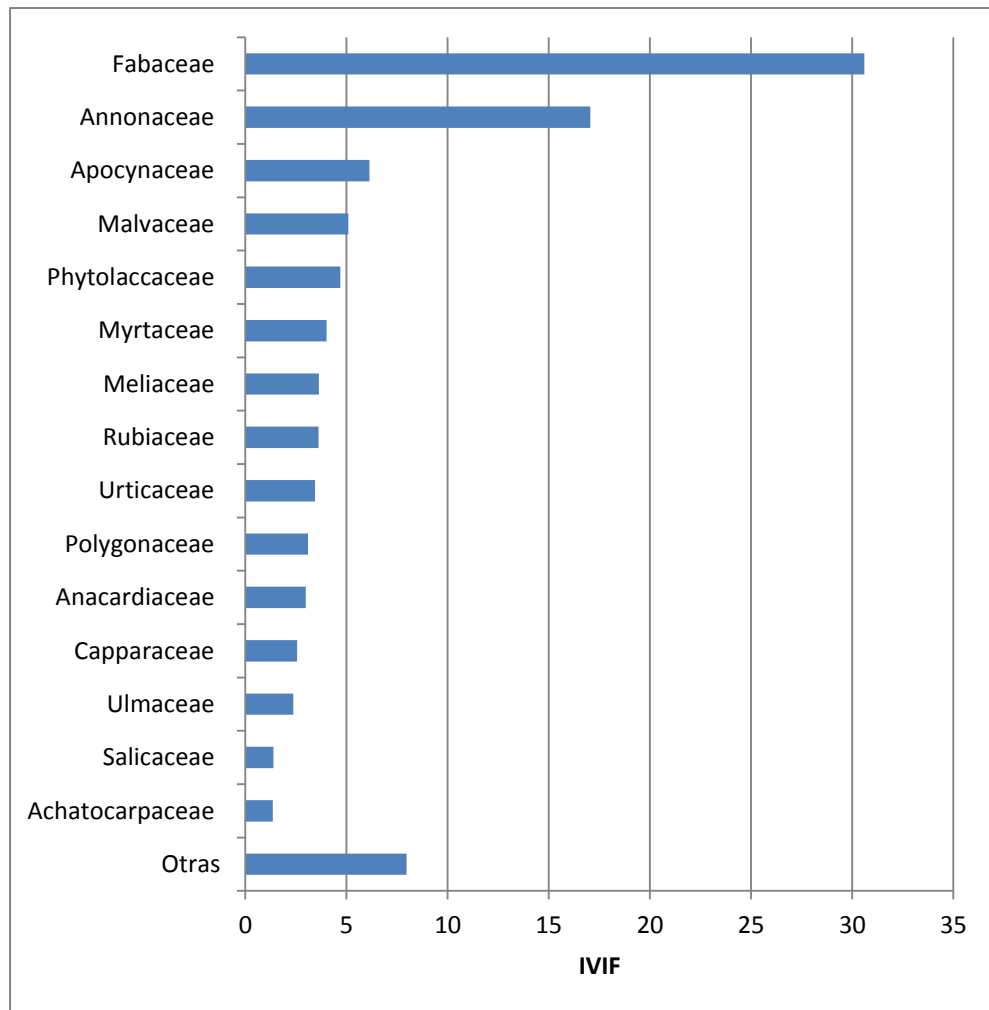


Gráfico 12. Índice de Valor de Importancia por familia

5.2.3 Composición del bosque en cima

El gráfico 13 muestra la distribución de las especies según su Índice de Valor de Importancia de la parcela de cima donde se puede observar que las especies más importantes en la parcela son *Anadenanthera colubrina* con un 11.98% de IVI, *Myracrodruon urundeuva* con un IVI de 10.98% y *Copaifera reticulata* con un IVI de 7.55%.

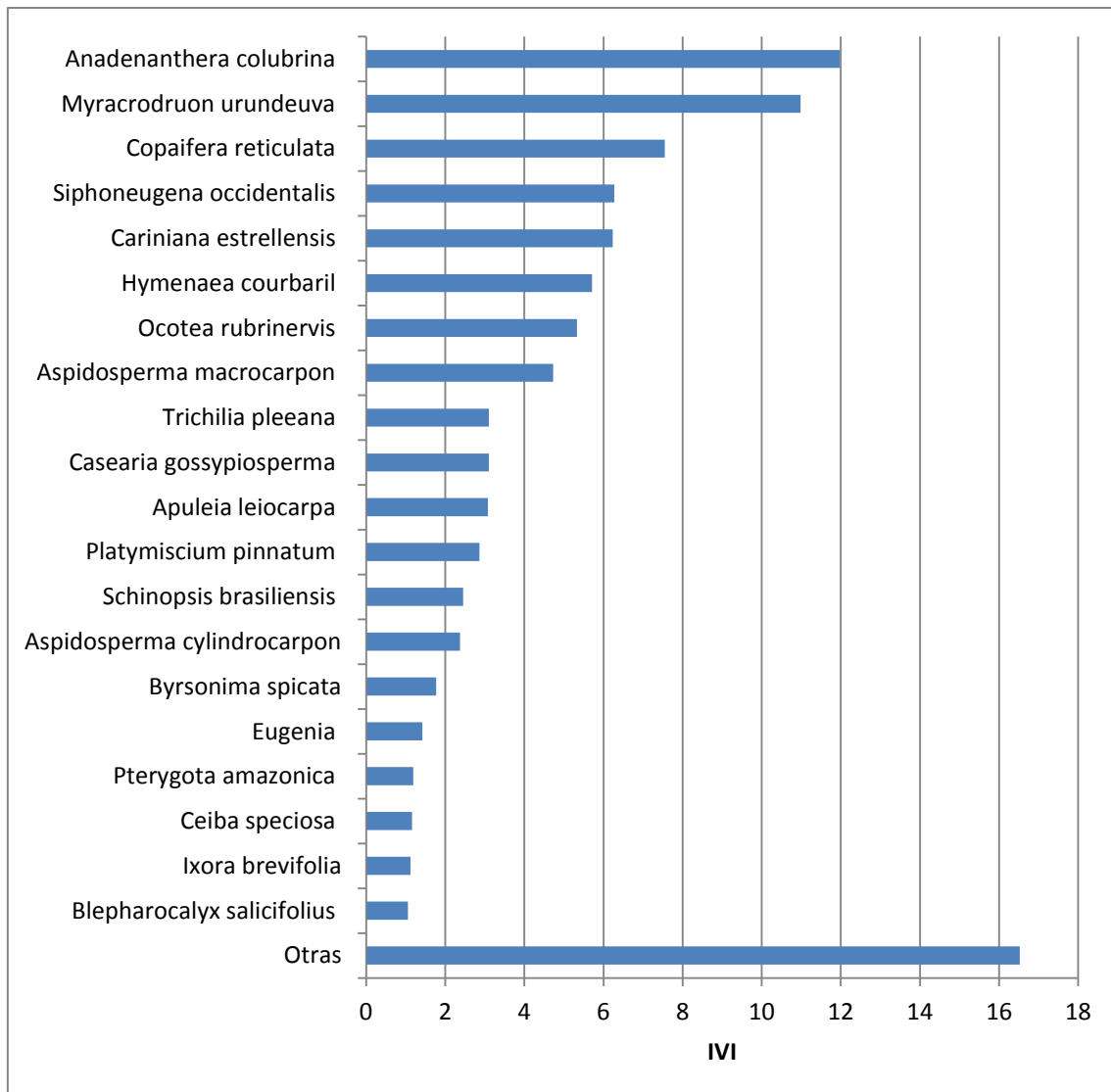


Gráfico 13. Índice de Valor de Importancia por especie

En relación al índice de valor de importancia ecológica, en el gráfico 14, se muestran los valores descritos que otorgan el mayor peso ecológico a la familia Fabaceae con 33.10%, Anacardiaceae (12.21%), Myrtaceae (9.21%), Apocynaceae (7.38%), Lecythidaceae (5.24%), y otras que suman 32.71%.

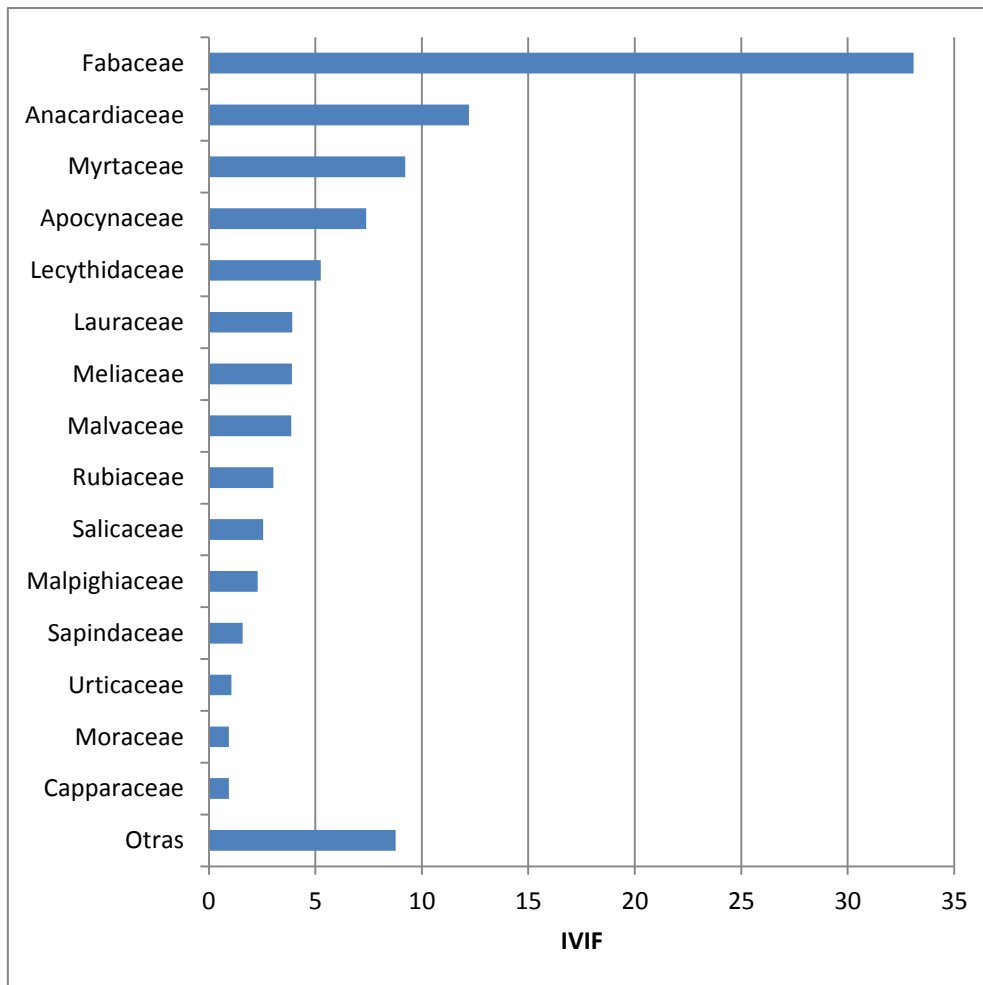


Gráfico 14. Índice de Valor de Importancia por familia

5.2.4 Composición de bosque entre parcelas

El gráfico 15 muestra la comparación realizada de los Índices de Valor de Importancia en especies dentro de las tres parcelas estudiadas, donde se observa que en las parcelas de fondo de valle (IVI 9) y la de cima (IVI 11) *Anadenanthera colubrina* es la especie más importante, en cambio en la parcela de ladera (IVI 10) la especie más importante es *Oxandra espintana*.

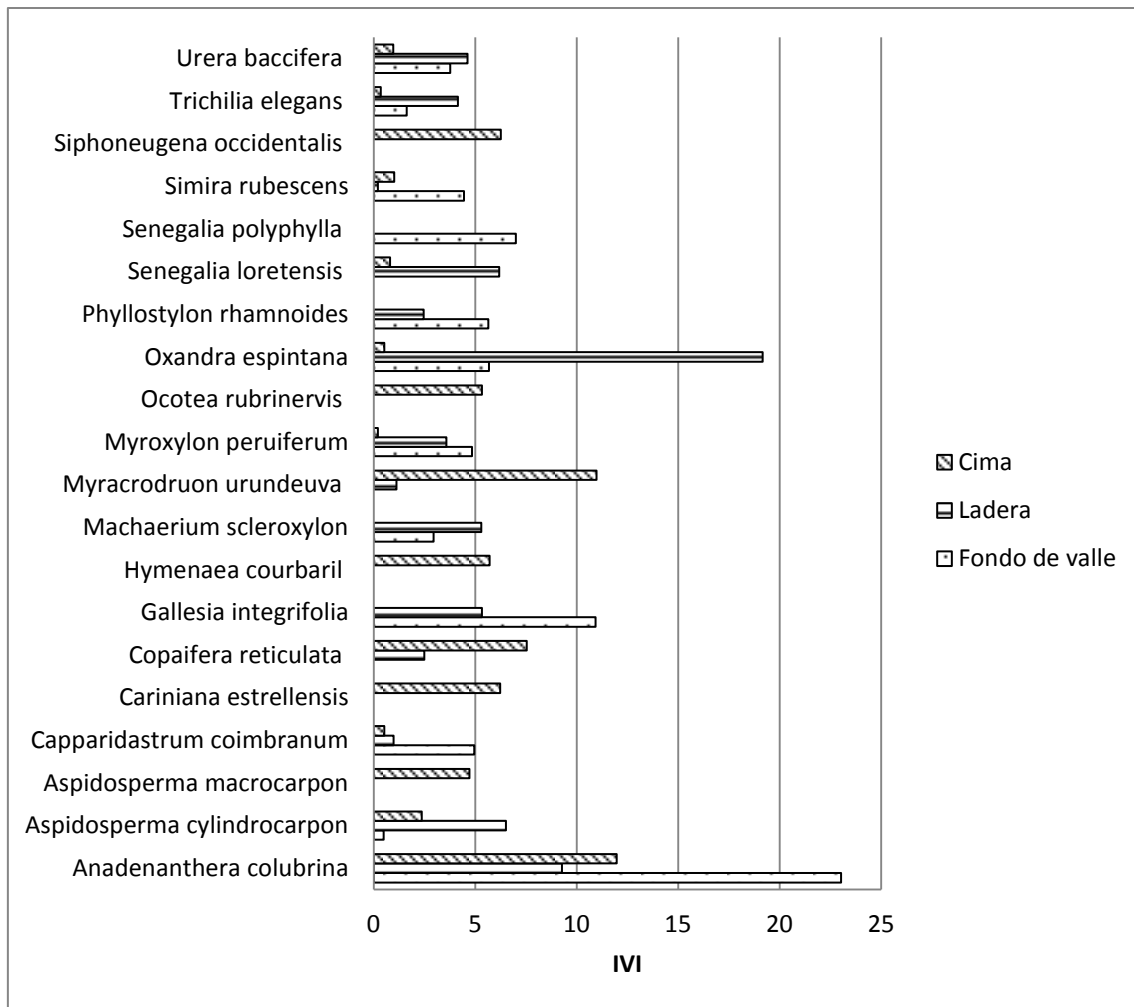


Gráfico 15. Comparación de los Índices de Valor de Importancia por especie entre parcelas

En el gráfico 16 se muestra la comparación realizada de los Índices de Valor de Importancia por familias dentro de las parcelas estudiadas, donde se observa que en las tres parcelas (fondo de valle, ladera y cima), la familia de mayor importancia es la Fabaceae, lo cual significa que el bosque semidecidual de esta región está compuesta en su mayoría por especies de la familia Fabaceae.

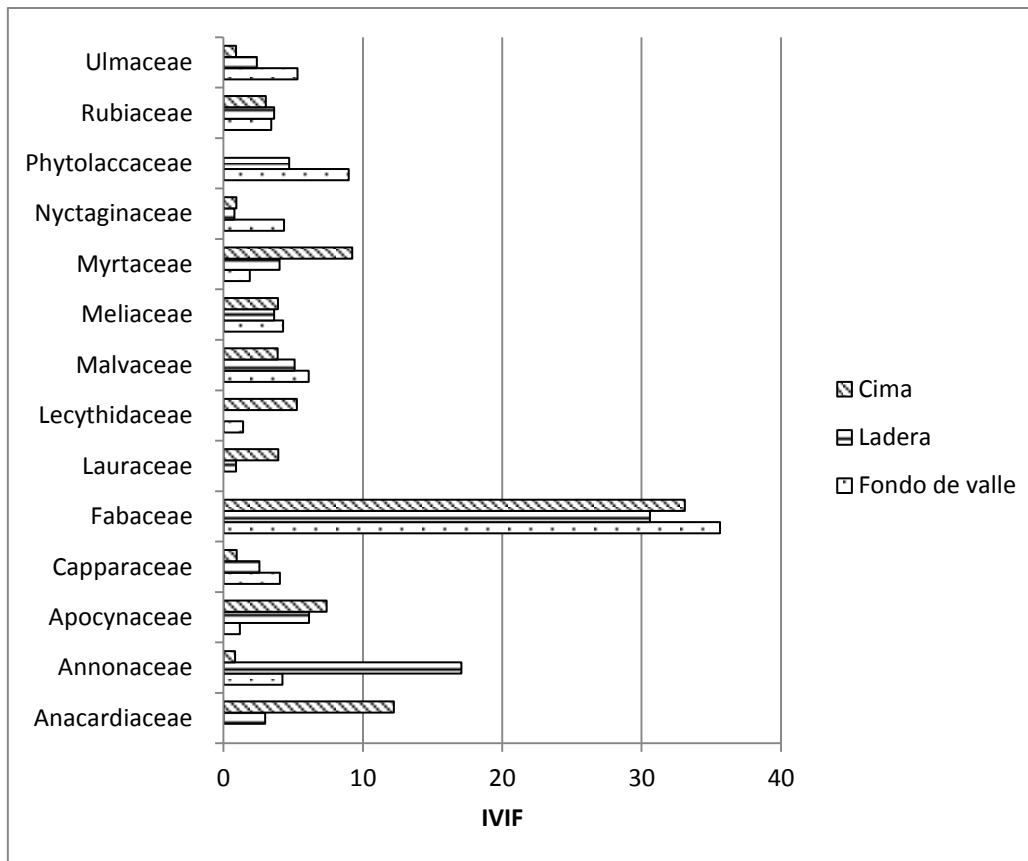


Gráfico 16. Comparación de los Índices de Valor de Importancia por familia entre parcelas

5.2.5 Índice de similitud

La similitud de especies encontrada según el índice de Sørensen entre tiempos de medición fue de 0.91 para fondo de valle, 0.95 para la parcela de ladera y 0.8 para la parcela de cima (Tabla 2).

Tabla 2. Índice de Similitud de Sørensen número de especies compartidas entre tiempos de medición de tres sitios evaluados en un bosque semideciduo del sector de Yarimita			
Datos	Fondo de valle	Ladera	Cima
Nº de especies primera medición	38	47	57
Nº de especies segunda medición	43	48	58
Nº de especies en común	37	45	46
Similitud de Sørensen	0,91	0,95	0,81

En la parcela de ladera se encontraron seis especies exclusivas de la remediación como ser *Ceratophytum*, *Clystoma*, *Guapira*, *Neea*, *Pogonopus tubulosus*, *Sloanea pubescens*. en la parcela de ladera se encontraron cuatro especies que son exclusivas

de la remediación como ser *Piptadenia viridiflora*, *Senegalia parviceps*, *Senegalia polyphylla*, *Sloanea pubescens*. Por ultimo en la parcela de cima se encontraron seis especies exclusivas de la remediación como *Arrabidaea platyphylla*, *Canabalia beniensis*, *Ficus trigona*, *Guapira*, *Machaerium* y *Senegalia polyphylla*.

5.3 Análisis de la mortalidad y el reclutamiento de las parcelas estudiadas

La tabla 2, muestra que en la primera medición de la parcela de fondo de valle se registraron 430 individuos. Mientras que en la segunda medición se censaron 433 individuos. Con estos datos se encontró que el coeficiente de mortalidad exponencial es de 1.39% luego de 7 años, mientras que el coeficiente de reclutamiento exponencial es de 1.36%. La tasa de mortalidad anual encontrada fue de 1.39% igual al coeficiente de mortalidad exponencial, la tasa de reclutamiento anual fue de 1.37%. Hay que destacar que la similaridad de la tasa de mortalidad y reclutamiento muestra un posible equilibrio dinámico.

Por otra parte en la primera medición de la parcela de ladera se registraron 614 individuos. Mientras que en la segunda medición se censaron 610 individuos. Con estos datos se encontró que el coeficiente de mortalidad exponencial es de 2.21% luego de 7 años, mientras que el coeficiente de reclutamiento exponencial es de 1.87%. La tasa de mortalidad anual encontrada fue de 2.19% igual al coeficiente de mortalidad exponencial, la tasa de reclutamiento anual fue de 1.89%.

Tabla 3. Datos de mortalidad y reclutamiento de las 3 parcelas evaluadas en un bosque semideciduo del sector Yarimita			
Mortalidad y reclutamiento	Fondo de valle	Ladera	Cima
Número total de árboles en 2005 (individuos/ha)	430	614	604
Número total de árboles en 2012 (individuos/ha)	433	610	578
Número de individuos muertos (individuos/ha)	40	88	61
Número de individuos sobrevivientes (individuos/ha)	390	524	542
Número de individuos reclutados (individuos/ha)	43	86	36
Número de individuos inicialmente inventariados más los reclutas (individuos/ha)	473	700	640
Tiempo de medición (años)	7	7	7
Promedio de coeficiente de mortalidad exponencial	1,39	2,21	1,52
Promedio de coeficiente de reclutamiento exponencial	1,36	1,87	0,83
Promedio de tasa anual de mortalidad	1,39	2,19	1,51
Promedio de tasa anual de reclutamiento	1,37	1,89	0,83
Vida media del bosque	49,52	31,31	45,56

En la primera medición de la parcela de cima se registraron 604 individuos. Mientras que en la segunda medición se censaron 578 individuos. Con estos datos se encontró que el coeficiente de mortalidad exponencial es de 1.52% luego de 7 años, mientras que el coeficiente de reclutamiento exponencial es de 0.83%. La tasa de mortalidad anual encontrada fue de 1.51% igual al coeficiente de mortalidad exponencial, la tasa de reclutamiento anual fue de 0.83%.

Como se puede observar el porcentaje de mortalidad que se registró en este bosque fue de 1.70 y un reclutamiento de 1.36% anual, en comparación al estudio realizado en un bosque seco semideciduo en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado por Araujo *et al.* (2006), donde registraron una mortalidad anual de 2.97% y un reclutamiento de 2.64%.

5.3.1 Patrones de mortalidad de las parcelas evaluadas

La tabla 5 muestra los patrones de mortalidad registrados en las parcelas estudiadas. De acuerdo a la tabla se nota que en la parcela de fondo de valle, los patrones de mortalidad que afectaron a más individuos fueron las categorías de: muertos en pie y desvanecidos, representados por un 40% y 33% respectivamente.

En la parcela de ladera, la mayoría de los individuos muertos se encuentran en la categoría de muertos en pie y desraizados representados ambos por un 36% (Tabla 5), de lo que se puede concluir que la mortalidad fue dada en esta parcela por cuatro razones principales:

- **ataque de insectos**
- **la edad de los individuos**
- **vientos fuertes**
- **derrumbe**

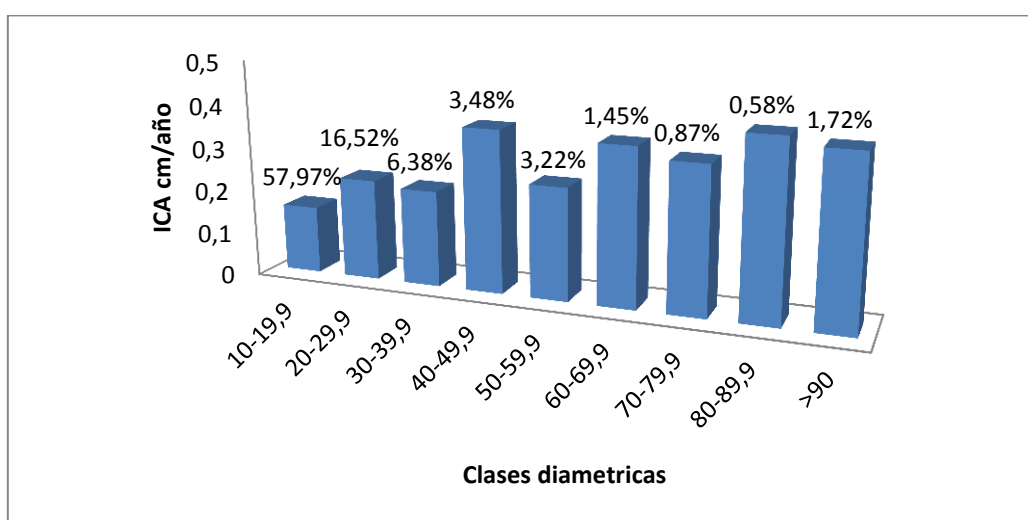
En la parcela de cima la mayor cantidad de individuos muertos están registrados en las categorías de desraizados con un 37% y muertos en pie con un valor de 35%, lo que indica que la mortalidad dada en los individuos de la parcela de ladera coinciden con la de los árboles de la parcela ubicada en la cima siendo la mortalidad justificada por las razones anteriormente mencionadas.

Tabla 4. Patrones de mortalidad de las 3 parcelas evaluadas en un bosque semidecuido del sector Yarimita						
Patrones de mortalidad	Fondo de valle		Ladera		Cima	
	# Individuos	%	# Individuos	%	# Individuos	%
Muerto en pie	16	40	32	36	21	35
Desvanecido	13	33	12	14	11	18
Desraizado	10	25	32	36	22	37
Partido	1	3	5	6	6	10
Sin determinación	0	0	7	8	0	0
Total	40	100	88	100	60	100

5.4 Incremento diamétrico

5.4.1 Incremento diamétrico en la parcela de fondo de valle

En la parcelas de fondo de valle, se observa que el crecimiento es similar entre las clases diamétricas, siendo las clases mayores (clase 80 a 89.9 y >90) las que registraron mayor incremento. En estas clases podemos encontrar entre las especies más abundantes: *Anadenanthera colubrina* (3 individuos), *Ceiba speciosa* (2 individuos) y *Gallesia integrifolia* (1 individuo), con un crecimiento de 0.4 cm/año. Por otro lado se observa que el incremento diamétrico fue menor en las clase inferior (10 a 19.9 cm), en la cual tiene mayor representacion *Oxandra espintana* (29 individuos), *Phyllostylon rhamnoides* (24 individuos), *Capparidastrum coimbranum* (22 individuos), *Senegalia polyphylla* y *Gallesia integrifolia* ambas con 18 individuos, y con un crecimiento de 0.15 cm/año.



*Números sobre barras. Indican porcentaje de individuos contenidos en cada clase

Gráfico 17. Incremento corriente anual por clases diamétricas en fondo de valle

Según la posición de copa con respecto a la luz, el gráfico 18 muestra que los árboles emergentes y dominantes son los que tienen mayor incremento diamétrico promedio (=0.38 cm/año). En estas categorías encontramos a las siguientes especies: *Anadenanthera colubrina* (20 individuos), *Gallesia integrifolia* (12 individuos), *Myroxylon peruiferum* (7 individuos) y *Senegalia polyphylla* y *Oxandra espintana* (6 individuos cada uno), entre otras. En cambio los individuos que se encuentran suprimidos y reciben poca luz solar son los que crecen muy poco (= 0.13 cm/año). Entre los individuos suprimidos podemos encontrar a las especies *Urera baccifera* (8 individuos), *Capparidastrium coimbranum* (7 individuos) y *Phyllostylon rhamnoides* (4 individuos).

El análisis fue realizado con el programa estadístico R, obteniendo el gráfico de cajas a continuación; donde el promedio del incremento diamétrico es representado por la línea oscura, el ancho de las cajas representan la cantidad de individuos que integran cada clase (emergente 12.46%, dominante 14.49%, codominante 30.14%, intermedia 27.54% y suprimida 15.36%), la altura de las cajas muestra la acumulación de individuos que tuvieron cierto rango de incremento diamétrico (p. e. en la clase emergente la mayor cantidad de individuos tuvo un ICA de 0.18 a 0.48 cm/año), las líneas segmentadas expresan el mínimo y máximo dato y los puntos representan el incremento diamétrico de un solo individuo.

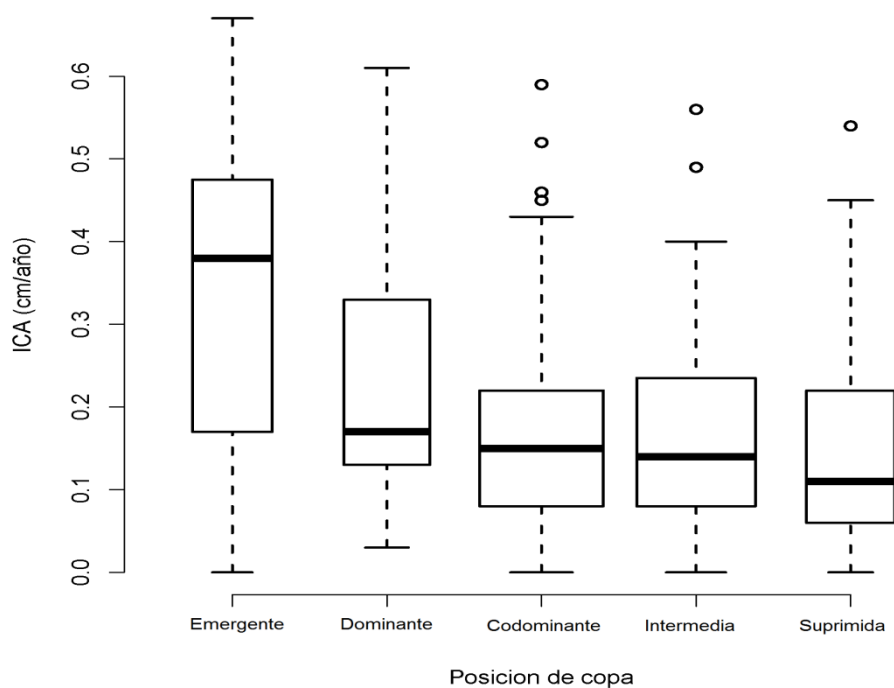


Gráfico 18. Incremento diamétrico promedio por categoría de posición de copa en la parcela de fondo de valle

La forma de copa de los individuos también está relacionada con el crecimiento diamétrico. Los árboles con copas perfectas presentaron un alto incremento diamétrico promedio (≈ 0.25 cm/año), entre las que se destacan *Anadenanthera colubrina* (19 individuos), *Gallesia integrifolia* y *Oxandra espiñana* (8 individuos), *Myroxylon peruiferum*, *Senegalia polyphylla* y *Simira rubescens* (6 individuos cada uno); al contrario, árboles con copas muy pobres presentaron incrementos diamétricos bajos (0.1 cm/año), teniendo a especies como *Gallesia integrifolia* (4 individuos), *Oxandra espiñana* (4 individuos) y *Achatocarpus praecox* (2 individuos).

El gráfico de cajas muestra lo siguiente: el promedio del incremento diamétrico es representado por la línea oscura, el ancho de las cajas representan la cantidad de individuos que integran cada clase (perfecta 23.48%, buena 27.25%, tolerable 15.94%, pobre 8.12% y muy pobre 5.22%), la altura de las cajas muestra la acumulación de individuos que tuvieron cierto rango de incremento diamétrico (p. e. en la clase perfecta la mayor cantidad de individuos tuvo un ICA de 0.15 a 0.40 cm/año), las líneas segmentadas expresan el mínimo y máximo dato y los puntos representan el incremento diamétrico de un solo individuo.

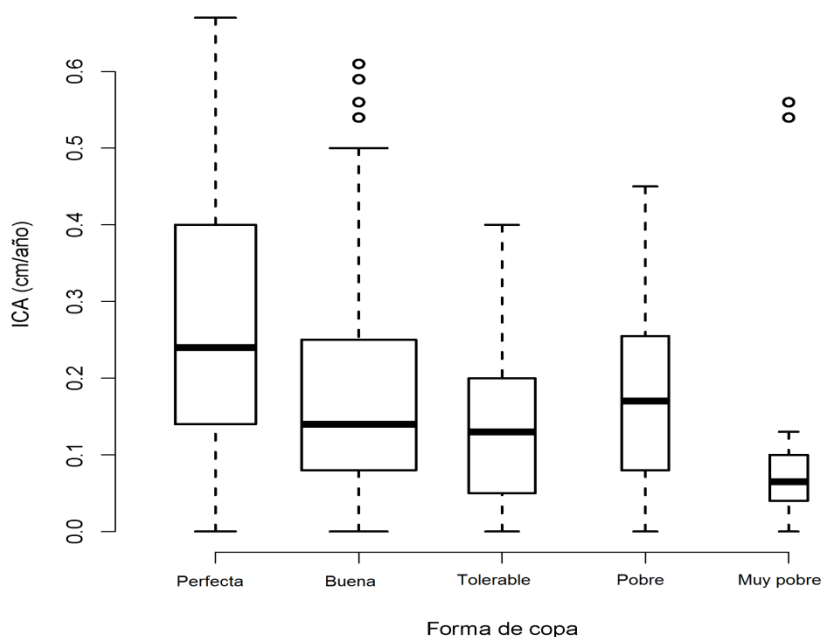


Gráfico 19. Incremento diamétrico promedio por categoría de forma de copa en la parcela de fondo de valle

En relación al grado de infestación de lianas (gráfico 20) se observa que los individuos de la parcela de fondo de valle, no se vieron perjudicados en su crecimiento diamétrico. Siendo los individuos de mayor crecimiento aquellos que están totalmente

cubiertos con 0.21 cm/año, en esta categoría se encontramos a *Simira rubescens*, *Sweetia fruticosa* y *Capparidastrium coimbranum*.

El gráfico de cajas muestra lo siguiente: el promedio del incremento diamétrico es representado por la línea oscura, el ancho de las cajas representan la cantidad de individuos que integran cada clase (libre 82.89%, lianas en fuste 11.89%, lianas en fuste y copa 4.35% y totalmente cubierto 0.87%), la altura de las cajas muestra la acumulación de individuos que tuvieron cierto rango de incremento diamétrico (p. e. en la clase libre la mayor cantidad de individuos tuvo un ICA de 0.08 a 0.28 cm/año), las líneas segmentadas expresan el mínimo y máximo dato y los puntos representan el incremento diamétrico de un solo individuo.

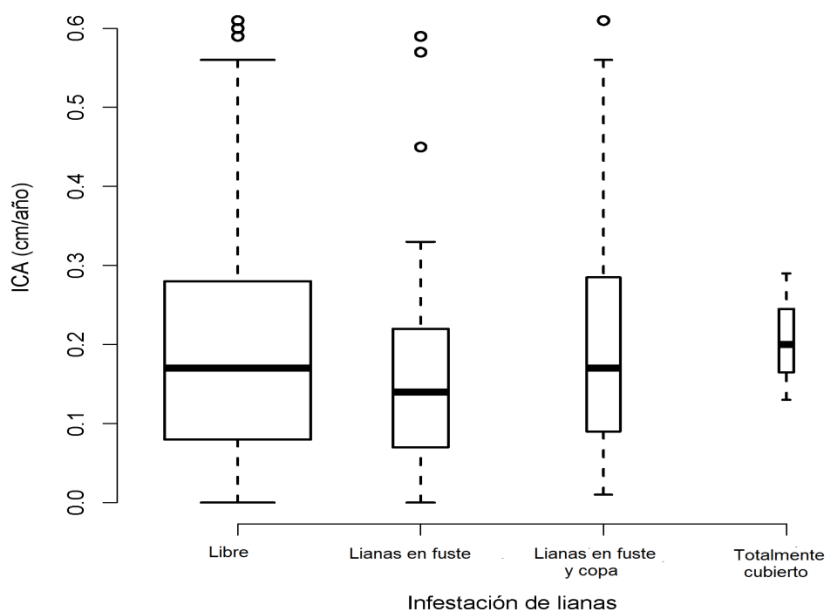
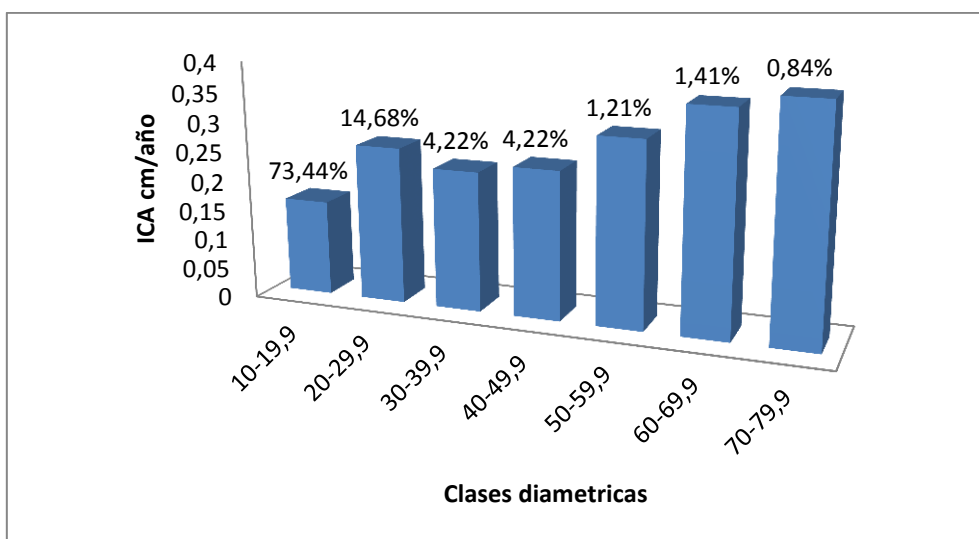


Gráfico 20. Incremento diamétrico promedio por categoría de infestación de lianas en la parcela de fondo de valle

5.4.2 Incremento diamétrico en la parcela de ladera

Los datos analizados de esta parcela tienen un crecimiento muy similar entre clases diamétricas, entre las que resaltan la clase de 60 a 69.9 y la clase 70 a 79.9 con datos de 0.36 y 0.38 cm/año respectivamente. En estas clases se encuentran las siguientes especies: *Anadenanthera colubrina* (5 individuos), *Gallesia integrifolia* (4 individuos), *Myracrodruon urundeuva* (1 individuo), *Schinopsis brasiliensis* (1 individuo) y *Phyllostylon rhamnoides* (1 individuo). Por otro lado se observa que el incremento diamétrico fue menor en la clase 10 a 19.9 de 0.16 cm/año., en esta clase podemos

encontrar a *Oxandra espintana* (168 individuos), *Urera baccifera* y *Trichilia elegans* (22 individuos cada uno), *Coccoloba* sp. (19 individuos) y *Senegalia lorentensis* (18 individuos), entre otras.



Números sobre barras. Indican porcentaje de individuos contenidos en cada clase

Gráfico 21. Incremento corriente anual por clases diamétricas en ladera

Según la posición de copa con respecto a la luz, el gráfico 22 muestra que los árboles emergentes y dominantes son los que tienen mayor incremento diamétrico promedio ($=0.20$ y 0.15 cm/año), donde encontramos a *Anadenanthera colubrina* (20 individuos), *Senegalia lorentensis* (19 individuos), *Oxandra espintana* (17 individuos), *Aspidosperma cylindrocarpon* (14 individuos) para la categoría de emergentes, y *Oxandra espintana* (40 individuos), *Myroxylon peruiferum* (7 individuos), *Machaerium scleroxylon* y *Senegalia lorentensis* (5 individuos) para la categoría de copas dominantes. En cambio los que se encuentran suprimidos que reciben poca luz solar son los que crecen muy poco ($= 0.08$ cm/año), entre los cuales tenemos a *Trichilia elegans*, *Urera baccifera* y *Oxandra espintana* (7 individuos cada uno), *Aspidosperma cylindrocarpon*, *Senegalia tenuifolia* y *Achatocarpus praecox* (4 individuos cada uno).

El gráfico de cajas a continuación muestra el promedio del incremento diamétrico es representado por la línea oscura, el ancho de las cajas representan la cantidad de individuos que integran cada clase (emergente 25.15%, dominante 15.89%, codominante 31.19%, intermedia 15.69% y suprimida 12.08%), la altura de las cajas muestra la acumulación de individuos que tuvieron cierto rango de incremento diamétrico (p. e. en la clase emergente la mayor cantidad de individuos tuvo un ICA de

0.13 a 0.31 cm/año), las líneas segmentadas expresan el mínimo y máximo dato y los puntos representan el incremento diamétrico de un solo individuo.

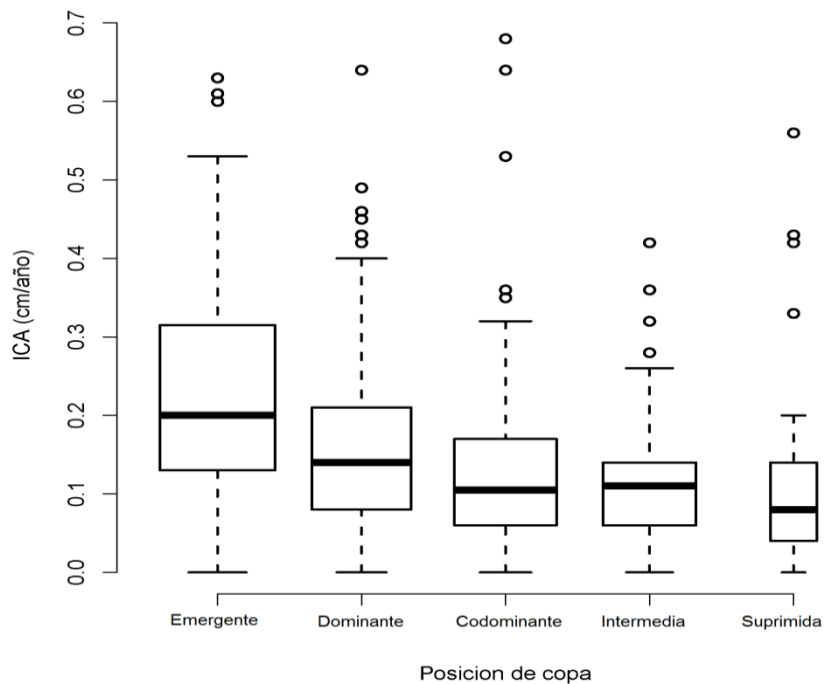


Gráfico 22. Incremento diamétrico promedio por categoría de posición de copa en la parcela de ladera

La forma de copa de los individuos relacionada con el crecimiento diamétrico, los árboles con copas perfectas tienen un alto incremento diamétrico promedio ($=0.18$ cm/año), donde encontramos a *Oxandra espihana* (78 individuos), *Anadenanthera colubrina* (21 individuos), *Senegalia lorentensis* (18 individuos), *Machaerium scleroxylon* (17 individuos). Al contrario, individuos con copas muy pobre tienen incrementos bajos como 0.08 cm/año, *Oxandra espihana* (13 individuos).

El gráfico de cajas muestra lo siguiente: el promedio del incremento diamétrico es representado por la línea oscura, el ancho de las cajas representan la cantidad de individuos que integran cada clase (perfecta 48.09%, buena 25.35%, tolerable 15.09%, pobre 5.63% y muy pobre 5.84%), la altura de las cajas muestra la acumulación de individuos que tuvieron cierto rango de incremento diamétrico (p. e. en la clase perfecta la mayor cantidad de individuos tuvo un ICA de 0.10 a 0.31 cm/año), las líneas segmentadas expresan el mínimo y máximo dato y los puntos representan el incremento diamétrico de un solo individuo.

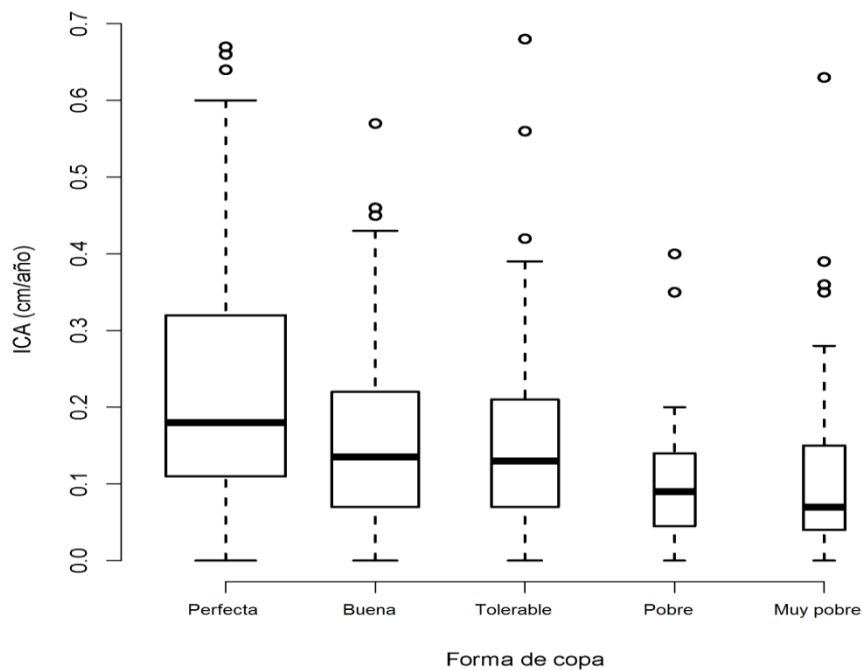


Gráfico 23. Incremento diamétrico promedio por categoría de forma de copa en la parcela de ladera

En relación al grado de infestación de lianas en el gráfico 24 se observa que los individuos encontrados en las tres primeras categorías donde se encuentran *Oxandra espiptana* (145 individuos), *Trichilia elegans*, *Urera baccifera* (21 individuos) para la categoría libre de lianas; *Oxandra espiptana* (28 individuos), *Anadenanthera colubrina* (8 individuos) para la categoría de lianas en el fuste; *Oxandra espiptana* (7 individuos) para la categoría de lianas en el fuste y en la copa, su crecimiento fue similar, siendo los individuos de mayor crecimiento aquellos que tienen presencia leve de lianas en el fuste y copa; y los que tienen lianas en el fuste con 0.17 cm/año. Por otra parte los individuos que presentaron menor crecimiento son los que están cubiertos totalmente de lianas con un ICA de 0.04 cm/año teniendo entre ellos a *Ceiba boliviana* (3 individuos), *Machaerium scleroxylon* y *Aspidosperma cylindrocarpon* (1 individuo cada uno).

El gráfico de cajas muestra lo siguiente: el promedio del incremento diamétrico es representado por la línea oscura, el ancho de las cajas representan la cantidad de individuos que integran cada clase (libre 76.26%, lianas en fuste 17.16%, lianas en fuste y copa 5.63% y totalmente cubierto 1.01%), la altura de las cajas muestra la acumulación de individuos que tuvieron cierto rango de incremento diamétrico (p. e. en la clase libre la mayor cantidad de individuos tuvo un ICA de 0.08 a 0.26 cm/año), las

líneas segmentadas expresan el mínimo y máximo dato y los puntos representan el incremento diamétrico de un solo individuo.

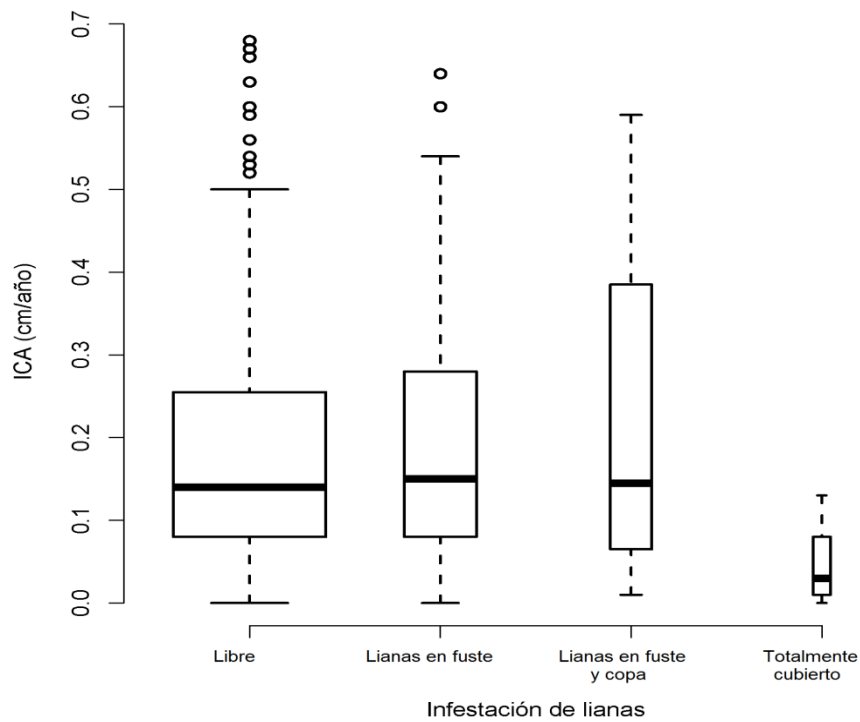
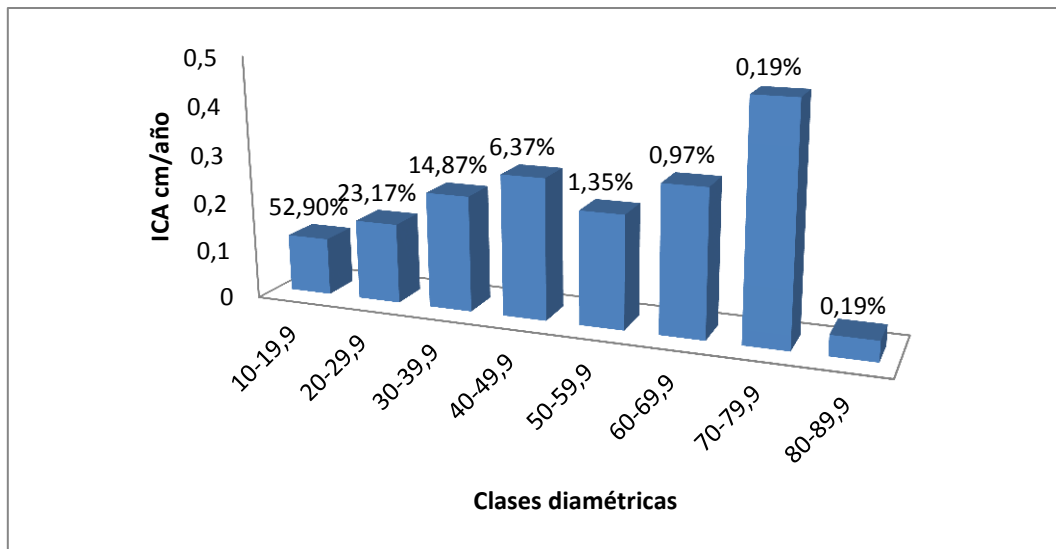


Gráfico 24. Incremento diamétrico promedio por categoría de infestación de lianas en la parcela de ladera

5.4.3 Incremento diamétrico en la parcela de cima

En el gráfico 25, los datos analizados tienen un crecimiento irregular entre clases en la que resalta la clase de 70 a 79.9 donde se encuentra *Schinopsis brasiliensis* (1 individuo), con un crecimiento de 0.47 cm/año. Por otro lado se observa que el incremento diamétrico fue menor en la clase de 80 a 89.9 representada por *Anadenanthera colubrina* (1 individuo), con un ICA de 0.04 cm/año.



*Números sobre barras. Indican porcentaje de individuos contenidos en cada clase

Gráfico 25. Incremento corriente anual por clases diamétricas en cima

Según la posición de copa con respecto a la luz, el gráfico 26 muestra que los árboles emergentes y dominantes son los que tienen mayor incremento diamétrico promedio ($=0.20$ y 0.15 cm/año), donde encontramos a *Myracrodruon urundeuva* (37 individuos), *Anadenanthera colubrina* (25 individuos), *Copaifera reticulata* (17 individuos), en la categoría de emergentes; *Copaifera reticulata* (21 individuos), *Myracrodruon urundeuva* (18 individuos) y *Casearia gossypiosperma* (10 individuos) entre otras.

El gráfico de cajas a continuación muestra el promedio del incremento diamétrico es representado por la línea oscura, el ancho de las cajas representan la cantidad de individuos que integran cada clase (emergente 29.92%, dominante 22.20%, codominante 23.55%, intermedia 19.50% y suprimida 4.83%), la altura de las cajas muestra la acumulación de individuos que tuvieron cierto rango de incremento diamétrico (p. e. en la clase emergente la mayor cantidad de individuos tuvo un ICA de 0.13 a 0.31 cm/año), las líneas segmentadas expresan el mínimo y máximo dato y los puntos representan el incremento diamétrico de un solo individuo.

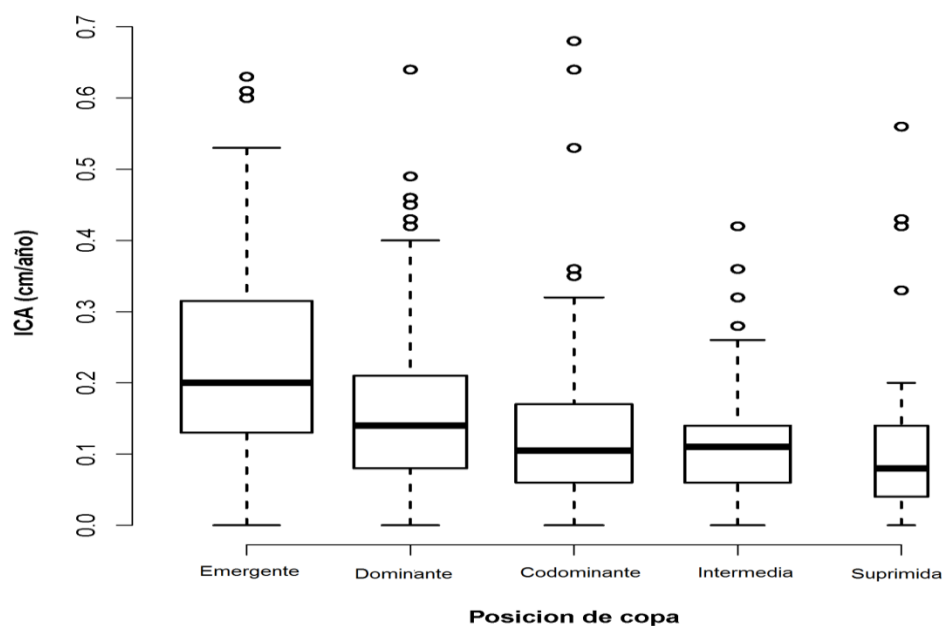


Gráfico 26. Incremento diamétrico promedio por categoría de posición de copa en la parcela de cima

La forma de copa de los individuos muestra aquellos con copa perfecta tienen un alto incremento diamétrico (≈ 0.18 cm/año), teniendo a *Myracrodruon urundeuva* (29 individuos), *Copaifera reticulata* (28 individuos) y *Anadenanthera colubrina* (22 individuos); al contrario, árboles con copas tolerables tienen incrementos bajos como ser *Ocotea rubrinervis* (12 individuos). Gráfico 27

El gráfico de cajas muestra lo siguiente: el promedio del incremento diamétrico es representado por la línea oscura, el ancho de las cajas representan la cantidad de individuos que integran cada clase (perfecta 40.93%, buena 47.88%, tolerable 8.30%, pobre 1.35% y muy pobre 1.54%), la altura de las cajas muestra la acumulación de individuos que tuvieron cierto rango de incremento diamétrico (p. e. en la clase perfecta la mayor cantidad de individuos tuvo un ICA de 0.08 a 0.25 cm/año), las líneas segmentadas expresan el mínimo y máximo dato y los puntos representan el incremento diamétrico de un solo individuo.

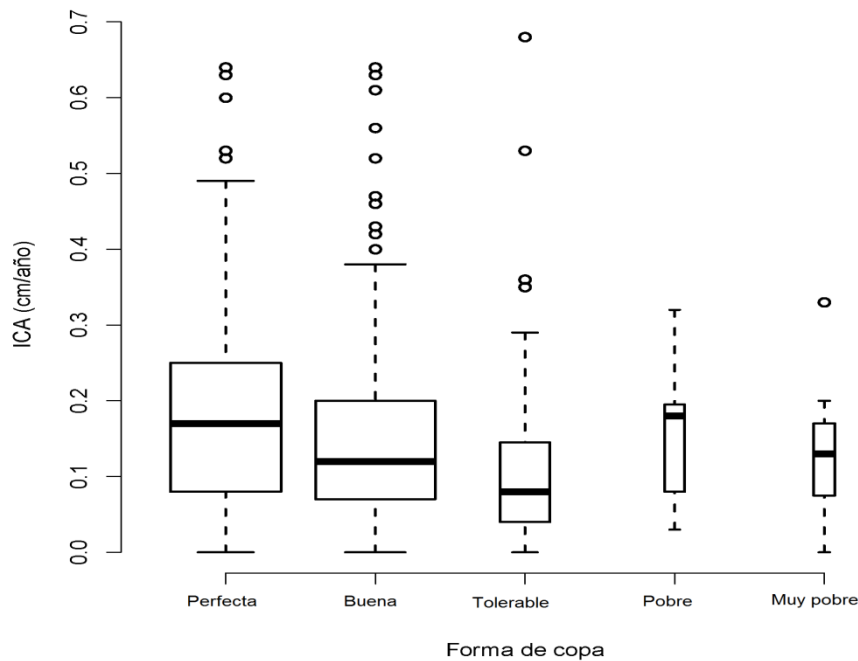


Gráfico 27. Incremento diamétrico promedio por categoría de forma de copa en la parcela de cima

En relación al grado de infestación de lianas en el gráfico 28 se observa que los individuos encontrados en las tres categorías su crecimiento fue similar, siendo los individuos de mayor crecimiento aquellos que tienen lianas en el fuste con 0.18 cm/año donde se tiene a *Copaifera reticulata* (7 individuos), *Anadenanthera colubrina* (5 individuos), *Myracrodruon urundeuva* y *Casearia gossypiosperma* (3 individuos cada uno) entre las más representativas. Por otra parte los individuos que se encuentran libres de lianas tienen un crecimiento de 0.15 cm/año, con las siguientes especies: *Siphoneugena occidentalis* (47 individuos), *Copaifera reticulata* (41 individuos), *Ocotea rubrinervis* (37 individuos) y *Anadenanthera colubrina* (36 individuos); por último los que presentaron menor crecimiento son los que están cubiertos levemente de lianas en el fuste y la copa con un ICA de 0.10 cm/año, como ser *Byrsonima spicata*, *Copaifera reticulata*, *Ocotea rubrinervis* y *Aspidosperma cylindrocarpon* cada uno con 1 individuo.

El gráfico de cajas muestra lo siguiente: el promedio del incremento diamétrico es representado por la línea oscura, el ancho de las cajas representan la cantidad de individuos que integran cada clase (libre 92.86%, lianas en fuste 6.37% y lianas en fuste y copa 0.77%) la altura de las cajas muestra la acumulación de individuos que tuvieron cierto rango de incremento diamétrico (p. e. en la clase libre la mayor cantidad de individuos tuvo un ICA de 0.08 a 0.21 cm/año), las líneas segmentadas expresan el

mínimo y máximo dato y los puntos representan el incremento diamétrico de un solo individuo.

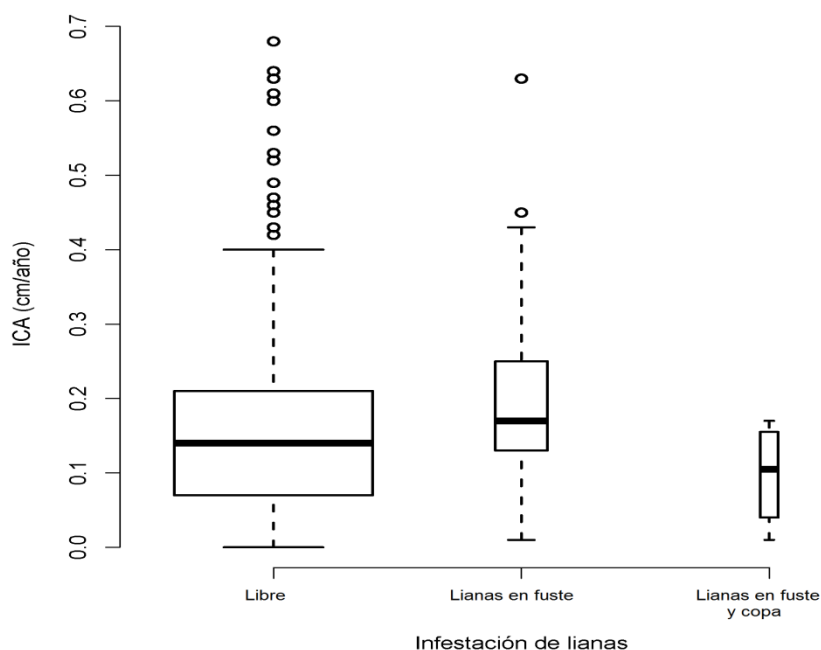


Gráfico 28. Incremento diamétrico promedio por categoría de infestación de lianas en la parcela de cima

5.5 Análisis de biomasa

Los resultados de las estimaciones de biomasa aérea en la parcela de fondo de valle se presentan en la tabla 5. De 432 individuos evaluados ($DAP \geq 10$ cm) la biomasa total estimada alcanzó un valor de 504 t ha^{-1} , según la fórmula estimada de Chave (2005), pero también se realizó el cálculo con la fórmula ajustada del IBIF dando ésta un valor de 358 t ha^{-1} .

De igual manera en la tabla 5 se presentan los resultados de las estimaciones de biomasa aérea en la parcela de ladera. De 610 individuos evaluados ($DAP \geq 10$ cm) la biomasa total estimada alcanzó un valor de 299 t ha^{-1} , según la fórmula estimada de Chave (2005), pero también se realizó el cálculo con la fórmula ajustada del IBIF dando ésta un valor de 236 t ha^{-1} .

Los resultados de las estimaciones de biomasa aérea de la parcela de cima muestra que de 578 individuos evaluados ($DAP \geq 10$ cm) la biomasa total estimada alcanzó un valor de 440 t ha^{-1} , según la fórmula estimada de Chave (2005), pero también se realizó el cálculo con la fórmula ajustada del IBIF dando ésta un valor de 315 t ha^{-1} .

Tabla 5. Medición de biomasa de las parcelas evaluadas en un bosque semideciduo del sector Yarimita				
Parcelas	Chave <i>et al.</i> 2005		IBIF 2009	
	1° medición	2° medición	1° medición	2° medición
Fondo de valle	449	504	326	358
Ladera	293	299	221	236
Cima	376	440	290	315

6 DISCUSIONES

6.1 Estructura y composición del bosque semideciduo del sector Yarimita

La estructura horizontal de las parcelas (fondo de valle, ladera media y alta), es la típica “J” invertida de bosques tropicales, los que fueron poco intervenidos o no tuvieron intervención alguna, dado por la acumulación de numerosos individuos en las clases diamétricas menores y muy pocos individuos en las clases diamétricas superiores, por la mortalidad presente en cada clase, la que se compensa aparentemente con individuos que ingresan de la clase inferior (Lamprecht, 1990). Como muestra Araujo, *et al.* (2005) en su estudio realizado en un bosque amazónico preandino, donde menciona que la forma de “J” invertida es una representación proporcional de diferentes etapas del desarrollo del bosque constituyendo el conjunto de las poblaciones y las leyes que lo gobiernan.

El área basal, dada por la dominancia de especies, muestra una disminución desde fondo de valle a ladera ($31,25 \text{ m}^2/\text{ha}$ a $24,13 \text{ m}^2/\text{ha}$), aumentando posteriormente a un valor de $31,42 \text{ m}^2/\text{ha}$ en cima, dando un promedio de $29 \text{ m}^2/\text{ha}$, aumentando levemente con respecto al calculado por (Uzquiano, 2008) con $28 \text{ m}^2/\text{ha}$.

El valor del área basal encontrado en Yarimita es mayor al que Cayola *et al.* (2005) encontraron en el estudio realizado en los alrededores de Tuichi, donde el área basal fue de $20 \text{ m}^2/\text{ha}$, el estudio de Bascopé *et al.* (2005), en un bosque montano húmedo con un área basal de $22,6 \text{ m}^2/\text{ha}$ y el de De la Quintana (2005), en un bosque amazónico preandino con un área basal de $23,1 \text{ m}^2/\text{ha}$, pero si se encuentra cerca al dato de área basal encontrado por Saldias (1991) en un bosque seco de Santa Cruz de $30 \text{ m}^2/\text{ha}$. Estos resultados podrían deberse a la presencia de claros de bosque, por pendientes pronunciadas o por un clima xérico en zonas medias y altas (Müller *et al.* 2002), Perea (2005) menciona que el crecimiento y desarrollo de individuos ya sea

en altura y grosor (área basal) se debe a factores como: la cantidad de nutrientes, agua y radiación solar, factores que limitan a la mayoría de las especies; siendo la topografía y la precipitación otros factores que afectan al crecimiento, ya que en bosques más húmedos incrementaría el valor de área basal resultando que en bosques más secos la dominancia es mucho menor.

En cuanto a la estructura vertical del bosque, la distribución de individuos en clases altimétricas, en ambos sitios de estudio, presentó una tendencia de distribución en forma de curva normal, contrario a lo señalado por Rollet (1980) donde menciona que estas distribuciones al igual que las diamétricas deben presentar una forma de “J” invertida, como pasa en el estudio de Mostacedo *et al.* (2009); lo que sugiere que las condiciones de luminosidad en ambos sitios no son adecuadas para la regeneración de especies heliófitas. Demostrando que el hecho de no existir correlación entre el diámetro y la altura, demuestra que la distribución de “J” invertida en clases diamétricas no necesariamente será la una distribución similar en clases altimétricas.

Por otro lado, los estratos que acumularon más individuos son: el estrato de dosel y subdosel en los tres sitios de estudio (Gráfico 8), lo que concuerda con Lamprecht (1990), quien define a estas especies como “especies de distribución vertical continua”; donde la mayoría pertenece al grupo de árboles menores de segundo o tercer porte, de los cuales pocos alcanzaran el piso superior.

Con relación a la composición los resultados encontrados acerca del bosque en este estudio concuerdan, en muchos aspectos, con los encontrados por algunos autores en otros bosques secos. Se pueden mencionar a Cayola *et al.* (2005), Uslar *et al.* (2003), Uzquiano (2008); donde hacen notar que la familia de árboles más dominantes de los bosques secos neotropicales es la familia Fabaceae; resultado similar al encontrado con este estudio.

Con relación a la importancia ecológica en el bosque semidecíduo estudiado, tenemos a la familia Fabaceae, siendo una familia importante en climas secos como menciona Uslar *et al.* (2003), Fuentes *et al.* (2004) y lo confirma Saldias (2001) teniendo a individuos generalmente altos, además se destaca que la especie más importante pertenece a esta familia y es *Anadenanthera colubrina*. La familia de segunda de importancia en el estudio es la *Annonaceae*, con individuos delgados pero que en conjunto suman un área basal considerable, donde la especie más abundante pertenece a esta familia además de ser la única representante de la misma y es *Oxandra espintana*. Los resultados concuerdan con el estudio realizado por Uzquiano

(2008) en el mismo sitio, lo que muestra que las familias con mayor peso ecológico siguen siendo las mismas.

6.2 Incremento diamétrico

El crecimiento diamétrico promedio en general para todas las especies encontradas en las tres parcelas es de 0.28 cm/año, este dato es similar al obtenido por Williams (1996) en un bosque de montaña en México el crecimiento diamétrico promedio es de 0.29 cm/año, Uslar (2003) en un semideciduo en Santa Cruz con un crecimiento promedio de 0.20 cm/año, pero está por encima de lo encontrado por Dauber *et al.* (2003) en la Chiquitanía con un incremento de 0.17 cm/año; por el contrario este resultado menor con relación al obtenido por Licona *et al.* (2007) de 0.41 cm/año en un bosque amazónico en Pando. Estas variaciones son dadas por las condiciones climáticas (temperatura, precipitación, humedad) de cada región (Licona *et al.*, 2007).

El crecimiento diamétrico es muy variable ya sea entre especies como también entre clases diamétricas, donde los datos de mayor incremento fue en las clases superiores las cuales agrupan pocos individuos y lo contrario ocurre en las clases inferiores donde existe menor crecimiento de diámetro dado porque en estas clases existen individuos suprimidos o dominados (Licona *et al.*, 2007), agrupando un número mayor de especies.

También existen variaciones de crecimiento diamétrico con relación a niveles de luz que se dan a través del dosel (Ramírez *et al.* 2009). Corroborando esta afirmación, en el estudio se tiene que las especies que se encuentran en situación emergente son las que registraron mayor incremento diamétrico, pero si hablamos en términos de cantidad la mayoría de las especies son codominantes en este bosque. Este mismo resultado fue encontrado en un bosque seco semideciduo en Santa Cruz (Uslar *et al.*, 2003) y (Licona, 2007) en un bosque amazónico de Pando.

De acuerdo con la forma de copa, en el estudio se puede notar que la tendencia a mayor crecimiento se da cuando la calidad de copa es mejor (con excepción de la parcela de cima), teniendo que los individuos de mayor incremento diamétrico son aquellos que presentan copas perfectas, resaltando que en esta categoría está el mayor número de individuos, este fenómeno se presentó en el estudio de Villegas (2009), Alarcón (2008). Además, éstos resultados concuerdan con los obtenidos por Uzquiano (2005) realizado en el mismo sitio de estudio lo cual muestra que los individuos reciben luz suficiente para desarrollarse y que la competencia por un buen espacio para desarrollarse no muestra dificultad.

Respecto a la infestación de lianas, en el bosque se observa que un 84% de los individuos no tienen problemas de infestación y el restante 15% no está con un problema serio, la presencia de lianas en ellos es escasa, lo que se puede entender que la leve infestación de lianas en el fuste no afecta el crecimiento de los individuos (Uzquiano, 2005), pero si existe un 1% con una infestación de cubierta total que afecta al crecimiento (Alarcón, 2008). Lo que es contrario al resultado de Uslar (2003) en un bosque semidecíduo de Santa Cruz donde el 75% de los individuos está infestado por lianas.

6.3 Mortalidad de individuos

Los bosques tropicales húmedos generalmente presentan tasas de mortalidad más altas que los bosques secos debido a que son bosques más dinámicos (Uslar, 2003) Por ejemplo, la tasa de mortalidad obtenida en el bosque seco del Jardín Botánico parece ser intermedia 1.98% (Uslar, 2003), en Pando el resultado obtenido fue de 2.75% (Licona, 2007), el estudio realizado en la Chiquitania da una tasa de mortalidad de 2.28% (Dauber *et al.*, 2003), en un bosque tropical de Colombia la tasa de mortalidad encontrada fue de 1.39% (Mosquera, 2009), en un bosque nublado de Venezuela este dato fue de 1.59% (Ramírez *et al.*, 2003)

En este estudio el dato promedio de la tasa de mortalidad es de 1.69% encontrándose en los rangos mencionados por Nebel *et al.* (2001) citado por Licona (2007) donde dice que la tasa anual de mortalidad de los árboles en bosques tropicales normalmente oscila entre 1 y 3%. La tasa más alta de mortalidad se presentó en la familia *Fabaceae* con 38 muertos donde resaltan *Anadenanthera colubrina*, *Senegalia polyphylla* y *Aspidosperma macrocarpon* que tuvieron 12, 6 y 7 individuos muertos respectivamente, seguida por la familia *Anonaceae* con 37 individuos de la especie *Oxandra espihana* que fueron muertos, de la misma forma se encontró que la familia *Urticaceae* con su especie *Urera baccifera* presentó 31 individuos muertos. La parcela donde se presentó mayor mortalidad fue la de ladera con 2.19%

Según los patrones de mortalidad, la muerte más frecuente en los individuos fue la de muertos en pie (Tabla 5), con un 37%, provocada por ataque de insectos (en algunos individuos), evidenciados en el tronco. Dicha muerte también fue registrada por Buttgenbach *et al.* (2012), donde advierten que es causada por factores endógenos fitosanitarios, competencia intra e inter específica asociados principalmente a causas biológicas. Además Whitmore (1984), menciona que este tipo de muerte también es dada por la senescencia intrínseca. En segundo lugar se encuentran aquellos

individuos que murieron desraizados con un 34%, provocados por factores exógenos de carácter físico (vientos fuertes, suelos inestables, topografía inestable) (Buttgenbach *et al.*, 2012) y (Mosquera *et al.*, 2009).

De acuerdo con Mosquera *et al.*, (2009) los datos obtenidos entre muertos en pie y desraizados que presentan porcentajes similares (37% y 34%) indica que no existió un factor sea biótico o abiótico que causara una masiva mortalidad, sino que todos los factores ya mencionados, actuaron en conjunto y en pequeña intensidad.

6.4 Reclutamiento de individuos

Algunos estudios han reportado diferentes tasa de reclutamiento, por ejemplo, un bosque amazónico de Pando ha reportado una tasa promedio de reclutamiento de 0.79% (Licona, 2007), 0.73% en un bosque seco semideciduo (Jardín botánico) en Santa Cruz (Uslar *et al.*, 2003), en un bosque húmedo y otro bosque semideciduo de Santa Cruz siendo las tasa de reclutamiento 2.68% y 2.64% respectivamente (Araujo *et al.*, 2006), en un bosque premontano la tasa anual de reclutamiento es de 3.27% (Buttgenbach *et al.*, 2012) y 1.2% en un bosque pluvial de Colombia (Mosquera *et al.*, 2009).

El reclutamiento en el estudio, es de 1.36% similar a las estimaciones mencionadas para bosques tropicales en condiciones naturales, y se encuentra dentro del rango de reclutamiento de individuos que es entre 0.67 – 3.09% para bosques tropicales amazónicos, registrados por Londoño y Jiménez (1999).

Las tasas de mortalidad y reclutamiento, no fueron similares (1.69% y 1.36% respectivamente), esto explica el hecho de hallar densidades de individuos distintas en las dos mediciones (1648 en el año 2005 y 1624 en el 2012). Contrario a esto, Ramírez *et al.* (2002) encontraron que el reclutamiento fue superior a la tasa de mortalidad, lo que reflejó una mayor densidad en las mediciones posteriores.

6.5 Biomasa aérea

La biomasa aérea en bosques tropicales húmedos puede llegar a 500 t ha⁻¹ (Mostacedo *et al.*, 2008), en este caso, el promedio obtenido del área de estudio dio como resultado 372.67 t ha⁻¹ (en la medición del 2005) y 414.33 t ha⁻¹ (en la medición del 2012) con la fórmula de Chave *et al.*, 2005 (se utilizó esta fórmula para que los datos sean comparables con otros estudios). En la primera parcela el dato de biomasa difirió significativamente de la segunda y esta, de la tercera parcela (Tabla 6),

debido a que las ecuaciones alométricas de biomasa usadas en las parcelas, incluyen dos variables independientes, el diámetro y la densidad de la madera (fluctuantes entre especies), determino que la falta de individuos y especies en las ultimas clases diamétrica de la segunda y tercera parcela permitiera esta variación.

Otra probable fuente de variación de los valores de biomasa registrados, se encuentra que en la segunda parcela existen individuos con valores bajos de densidad de la madera. Realizando comparaciones de los valores obtenidos, el dato de la segunda parcela se acerca al encontrado por Paredes *et al.*, (2007) en su estudio de un bosque semideciduo con valores de 253 a 275 t ha⁻¹, pero es distinto al valor obtenido por Araujo *et al.*, (2006) en un bosque seco semideciduo de Santa Cruz con valor de 195 t ha⁻¹. Además se tienen otros estudios, por ejemplo, Mosquera *et al.*, (2009) en un bosque pluvial de Colombia es de 259,9 t ha⁻¹, los datos de biomasa aérea obtenidos por Mostacedo *et al.*, (2008) son de 160 a 170 t ha⁻¹ utilizando la fórmula de Chave *et al.*, (2004).

El análisis de biomasa también fue realizado con la fórmula de IBIF ajustada donde los datos son: para la primera medición 279 t ha⁻¹ y 303 t ha⁻¹ para la segunda medición.

7 CONCLUSIONES

- El análisis de la composición florística en la zona de estudio, reportó un total de 1624 individuos, distribuidos en 32 familias, 68 géneros y 84 especies. Donde la familia Fabaceae es la más diversa (22 especies), seguida de Myrtaceae (8 especies), Malvaceae (5 especies) y Rubiaceae (5 especies). Siendo la parcela de cima la más diversa y la menos diversa la parcela de fondo de valle, la misma información se obtuvo en la primera medición del año 2005 la cual muestra que la diversidad no ha cambiado en el transcurso del tiempo (7 años).
- Las especies con mayor importancia ecológica fueron *Anadenanthera colubrina*, *Oxandra espinosa*, *Gallesia integrifolia* y *Myracrodruon urundeuva*. Las tres primeras también resultaron ser las más importantes en la primera medición. De tal manera que *Anadenanthera colubrina* se la puede denominar como una especie típica de este bosque.
- Las estructura diamétrica y altimétrica estuvieron dentro de los rangos encontrados en otros bosques semideciduos. La actual estructura no ha variado en relación a la documentada en la primera evaluación, presentando la

típica “J” invertida en la estructura diamétrica y la campana en la estructura altimétrica.

- La estructura del bosque no ha cambiado, los individuos muertos alcanzan un número de 189, ellos generan claros que ayudan al crecimiento y reclutamiento de nuevos individuos; por tanto, cuando los individuos ascienden a la clase diamétrica inmediata superior estos son reemplazados por los reclutas, lo que mantiene la estructura del bosque.
- El número de individuos de la muestra ha disminuido en un 1.46% con relación al número registrado en la medición del año 2005 de 1648 individuos a 1621, dando como resultado de 1459 individuos inventariados vivos y 165 reclutas. El reclutamiento del bosque estuvo en el rango establecido en los bosques tropicales mencionados por diferentes autores, pero la diferencia resalta.
- Se puede concluir en general, que las tasas de crecimiento diamétrico de la población de individuos están dentro del intervalo conocido para otros bosques tropicales. Las diferencias encontradas en las tasas de crecimiento entre los diferentes grupos de especies dan muestra que aquellas que tienen mayor incremento diamétrico son las que presentan copas perfectas y emergentes, que corresponde con lo esperado considerando las características propias de cada uno de esos grupos y con lo reportado por diferentes autores. Además cabe señalar que la infestación de lianas no tuvo relevancia con respecto al crecimiento diamétrico.
- Los individuos que presentaron elevados valores de incrementos diamétricos fueron de la familia Fabaceae de la especie *Anadenanthera colubrina* que se encuentran la parcela de cima.
- El mayor número de reclutas registrado fue en la familia Fabaceae del género *Senegalia* de las especies *Senegalia polyphylla* y *Senegalia lorentensis* con 8 individuos cada uno, el mayor número de reclutas de estas especies se dio en la parcela de fondo de valle y ladera respectivamente. La segunda familia con mayor número de reclutas es Annonaceae con la especie *Oxandra espiantana* teniendo a 29 individuos, el mayor número de reclutas de esta especie también fue registrado en la parcela de ladera.
- La mortalidad en el bosque, al igual que el reclutamiento, se encuentra entre los rangos establecidos para los bosques tropicales, la mayoría de los

individuos murieron de pie y la mayor cantidad de muertos pertenecían a la familia Fabaceae, seguida de Annonaceae y Urticaceae.

- En términos de biomasa aérea, se concluye que el bosque semidecíduo del sector Yarimita ha incrementado la cantidad de biomasa en un 10.06% (según fórmula de Chave 2005), en comparación a los datos del año 2005. También se determinó que la parcela de fondo de valle tiene mayor cantidad de biomasa aérea en relación a las parcelas de ladera y cima.

8 RECOMENDACIONES

- Es necesario seguir con las remediciones para poder tener datos de la dinámica con exactitud, teniendo en cuenta, que algunos autores mencionan que las tasas de mortalidad y reclutamiento están incrementándose considerablemente en los últimos tiempos, esto producido por el cambio climático, lo que no se puede probar con datos de dos mediciones.
- Si bien el periodo de siete años no tuvo un efecto impactante en la identificación de individuos muertos se recomienda realizar los monitoreos en periodos cortos de 5 que ayuda a obtener información más precisa acerca de tipos y causas de muerte.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, Z., L. Peter & O. Sánchez. 2006. Bosques secos en Ecuador y su diversidad. en: M. Moraes, B. Olgaard, L. Kavist, F. Bouchsenius & H. Balslev (Eds.). Botánica económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.162–187.
- Alarcón, A. 2008. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF). Santa Cruz – Bolivia. 28p.
- Alder, D. 1995. Growth modelling for mixed tropical forests. Oxford University Press, UK. 231 p.
- Amurrio, D. 2009. Componentes de la vegetación arbórea, arbustiva y de regeneración natural en sistemas agroforestales sucesionales en la comunidad de Combujo – Cochabamba. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. 59p.
- Araujo, A., F. Bascope, V. Cardona, D. De la Quintana, A. Fuentes, P. Jørgensen, C. Maldonado, T. Miranda, N. Paniagua & R. Seidel. 2005. Composición florística y estructura del bosque amazónico preandino en el sector del Arroyo Negro, Parque Nacional Madidi, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, Vol. 40(3): 281–303.
- Araujo, A., L. Arroyo, T. Killeen & M. Saldias. 2006. Dinámica del bosque, incorporación y almacenamiento de biomasa y carbono en el Parque Nacional Noel Kempff Mercado. *Ecología en Bolivia* 41(1):24–45.
- Arroyo, M., C. Donoso, R. Murua, E. Pisano, R. Schlatter, I. Serey. 1996. Toward an ecologically sustainable forestry Project. Universidad de Chile. 239p.
- Balcázar, J. 2003. Estructura y composición florística de los tipos de bosques e instalación de parcelas permanentes en agrupaciones sociales del lugar (ASL) del municipio de Ixiamas- La Paz. Documento técnico 122, USAID/ Bolivia. 35p.
- Baker T., D. Burslem, P. Swaine. 2003. Associations between tree growth, soil fertility and water availability at local and regional scales in Ghanaian tropical rain forest. *Journal of Tropical Ecology* 19:109–125.
- Bascope, F. & P. Jørgensen 2005. Caracterización de un bosque montano húmedo: Yungas, La Paz. *Ecología en Bolivia*, Vol. 40(3): 365–379.

- BOLFOR. 1999. Guía para la instalación y evaluación de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPMs). Santa Cruz, Bolivia. 25–50 p.
- BOLFOR, 2003. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. Santa Cruz- Bolivia. 24 p.
- Brown, S., M. Sathaye, M. Cannell & P. Kauppi. 1996. Mitigation of carbon emission to the atmosphere by forest management. *Commonwealth Forestry Review* 75(1): 80–91.
- Buttgenbach, H., C. Vargas & C. Reynel. 2012. Dinámica forestal de un bosque pre montano del valle de Chanchamayo (DP de Junín, 1200 msnm). Perú. 112p.
- Carey E., A. Gillespie & A. Lugo. 1994. Tree Mortality in Mature Lowland Tropical Moist and Tropical Lower Montane Moist Forests of Venezuela. *Biotropica* 26(3): 255–265.
- Carrera, F. 1996. Guía para la planificación de inventarios forestales en la zona de Uso Múltiple de la Reserva Biósfera Maya. Colección Manejo Forestal en la Reserva Biósfera Maya, Petén, Guatemala. Publicación N° 3. Proyecto CATIE/CONAP, Turrialba - Costa Rica. 40 p.
- Cayola, L., A. Fuentes & P. Jørgensen. 2005. Estructura y composición florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle del Tuichi, Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz, Bolivia. *Ecología en Bolivia*, Vol. 40(3): 396–417.
- Chao, K & O. Phillips. 2005. Manual de Campo para censos sobre el tipo de mortandad de árboles. PAN-AMAZONIA. Santa Cruz – Bolivia. 11p.
- Chave, J., C. Andalo, S. Brown, M. Cairns, J. Chambers, D. Eamus, H. Fölster, F. Fromard. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia* 145. 87–99.
- Cornejo, M., A. Fuentes, L. Cayola, I. Loza. 2010. Memoria del Proyecto Inventario Florístico Madidi. La Paz – Bolivia. 40p.
- Curtis, J & R. McIntosh(1951) An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. *Ecology* 32: 476–496.

- Dauber, E., T. Fredericksen, M. Peña, C. Leaña, J. Licona & F. Contreras. 2003. Tasas de incremento diamétrico, mortalidad y reclutamiento con base en las parcelas permanentes instaladas en diferentes regiones de Bolivia. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz – Bolivia. 41–60.
- Dawkins, H.C. 1963. Crowns diameters: Their relation to bole diameter in tropical forestrees. Commonwealth Forestry Institute (G.B) Paper No 34.
- De la Quintana D. 2005. Diversidad florística y estructura de una parcela permanente en un bosque amazónico preandino del sector del Río Hondo, Área Natural de Manejo Integrado Madidi (La Paz, Bolivia). *Ecología en Bolivia*, Vol. 40(3): 418–442.
- Delgado, F. & J. Ferro. 2000. Productividad y mortalidad en un bosque semideciduo de la Reserva de la Biosfera Península de Guanahacabibes - Cuba. 5p.
- Denslow, J. S. 1987. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Reviews in Ecology and Systematics* 18:400–431.
- Finegan, B. 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE. Turrialba, Costa Rica. 121–128.
- FAO. FRA. 2000. Terminos y definiciones. Depósitos de documentos de la FAO.
- Fuentes A., A. Araujo, H. Cabrera, F. Canqui, L. Cayola, C. Maldonado & N. Paniagua. 2004. Estructura, composición y variabilidad del bosque subandino xérico en un sector del valle del río Tuichi, ANMI Madidi, La Paz (Bolivia). *Artículos científicos -técnicos rev. Bol. Ecol.* 15: 1 – 22.
- Fuentes, A. 2005. Una introducción a la vegetación de la región Madidi. *Ecología en Bolivia* 40(3): 1–31.
- Grau, H. 2000. Dinámica de bosques en el gradiente altitudinal de las Yungas Argentinas. Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas, Yerba Buena, Tucumán, Argentina. 3–10.
- Hernández, R; C. Fernández & P. Baptista. 1997. Metodología de la investigación. Editorial Mac Grawll – hill. Colombia. 505 p.

- Honorio C., R. Timothy, N. Baker. 2010. Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos - Perú 56p.
- Irma, J.C. 2006. Efectos de borde sobre la dinámica de la vegetación en bosques húmedos tropicales fragmentados de Costa Rica, Tesis en Masterado, Escuela de postgrado CATIE. Turrialba -Costa Rica. 27–28.
- INAFOR, 2006. Elaboración de planes de manejo y planes operativos de aprovechamiento en bosques húmedos latifoliados. Instituto Nacional Forestal Manejo Forestal Republica de Nicaragua. 104p.
- INRENA-CIFOR-FONDE BOSQUE. 2003. Apoyo a la implementación del nuevo régimen a través de la capacitación a asociaciones de productores forestales concesionarios en la Amazonía peruana. Curso Técnicas de Manejo Forestal Modulo I: Inventarios Forestales Tema 1: Inventarios para la elaboración de Planes de Manejo. Pucallpa - Perú. 36p.
- Jiménez A., R. Sotolongo, M. Garcia, M. Blen, N. Sanchez. 2001. Evaluación de la composición y estructura del bosque semideciduo en la región montañosa de Soroa Reserva de la Biosfera Sierra del Rosario. Universidad de Pinar de Rio, Cuba.13p.
- Lagos, O. & S. Venegas. 2003. Impacto del Aprovechamiento Forestal en la Biomasa y Carbono de Bosques Naturales de Nueva Quezada, Río San Juan. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Forestal. Universidad Centroamericana, Managua, Nicaragua. 120 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y uso de especies arbóreas. Posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. GTZ. República Federal de Alemania. (S. ed.). 335 p.
- Licona J., M. Peña & B. Mostacedo. 2007. Composición florística, estructura y dinámica de un bosque amazónico aprovechado a diferentes intensidades en Pando, Bolivia. Proyecto IBIF. Santa Cruz – Bolivia. 1–29.
- Linares, R., P. Lars, C. Arthus. 2006. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. Herbario LOJA, Universidad Nacional de Loja. Instituto de Biología. Ecuador. 324–346.

- Londoño, A. & E. Jiménez. 1999. Efecto del tiempo entre los censos sobre la estimación de las tasas anuales de mortalidad y de reclutamiento de árboles (periodos de 1, 4 y 5 años. Universidad Nacional de Colombia. 1–12.
- Matteucci, C. & A. Colma. 1982. Metodología para el Estudio de la vegetación de Serie de biología N° 22. Secretaria General de los Estados Americanos Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico Washintong DC EE UU pp. 22, 23, 39–42.
- Melo, O. & R. Vargas. 2003. Evaluación ecológica y silvicultural de ecosistemas boscosos. Tolima – Colombia. 133p.
- Mosquera, Q., R. Ibargüen & Y. Ramos. 2009. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque pluvial tropical de Chocó, Colombia. Revista Facultad Nacional de Agronomía –Medellín -Colombia. 62 (1): 4856–4858.
- Montes de Oca. 2007. Ecología y recursos naturales de Bolivia. La Paz -Bolivia. 159p.
- Mostacedo, B., Z. Villegas, J. Licona, A. Alarcón, C. Leñaño, M. Peña & L. Poorter. 2008. Dinámica de la biomasa en áreas de manejo forestal sujetas a diferentes intensidades de aprovechamiento. Instituto Boliviano de Investigación Forestal. (IBIF). Documento Técnico 3. Santa Cruz – Bolivia. 20p.
- Mostacedo, B., Z. Villegas, J. Licona, A. Alarcón, D. Villarroel, M. Peña & t. Fredericksen. 2009. Ecología y silvicultura de los principales bosques de Bolivia. Instituto Boliviano de Investigación Forestal. (IBIF). Santa Cruz – Bolivia. 142p.
- Müller, R., S.Gt. Beck & R. Lara. 2002. Vegetación potencial de los bosques de Yungas en Bolivia, basado en datos climáticos. Ecología en Bolivia, Vol. 37(2): 5–14.
- Orozco, L. & C. Brumér. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en america Central. Manual técnico 50. Turrialba – Costa Rica. 278p.
- Paredes, S., E. Ticona & N. Chapi. 2007. Variación de la estructura, composición florística y biomasa en un gradiente altitudinal, cuenca del Río Tuichi, Parque Madidi, La Paz. En: Resúmenes del V Congreso Nacional de Biología. Santa Cruz, Bolivia. 150 p.

- Perea, J. R. 2005. Composición y estructura de especies arbóreas de un bosque montano, en el Parque Nacional Yanachaga Chemillen, Oxapampa, Paco, Perú. Tesis de Licenciatura en Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos. 160 p.
- Pinto L., L. Quevedo & A. Arce. 2011. Efectos del aprovechamiento forestal sobre la regeneración natural en un bosque seco chiquitano. LIDEMA. Santa Cruz – Bolivia. 70p.
- RAINFOR. 2009. Manual de campo para la remediación y establecimiento de parcelas. Santa Cruz – Bolivia, 1–24.
- Ramírez, H., A. Torres, J. Serrano. 2002. Mortalidad y reclutamiento de árboles en un bosque nublado de la cordillera de los Andes, Venezuela. *Ecotrópicos* 15(2): 177-184.
- Ramirez, H., M. Acevedo, M. Ataroff & A. Torres. 2009. Crecimiento diamétrico de especies arbóreas en bosque estacional de los llanos occidentales de Venezuela. *Sociedad Venezolana de Ecología. Ecotrópicos* 22 (2): 46–63.
- Rollet, B. 1980. Ecosistemas de los bosques tropicales. Informe sobre el estado de los conocimientos. Roma, UNESCO/PNUMA/FAO.126–162.
- Saldarriaga J., D. West, M. Tharp, C. Uhl. 1988. Long thermchronosequence of forest succession in the Upper Rio Negro of Colombia y Venezuela. *J. Ecol* 76: 938–958.
- Saldias M. 2001. Inventario de árboles en el bosque alto del jardín botánico de Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* No 17: 31-46.
- SERNAP. 2011. Boletín institucional del sistema nacional de áreas protegidas de Bolivia. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación. La Paz – Bolivia. 5 p.
- Suárez, R. 2001. Mapa geológico de Bolivia. Servicio Nacional de Geología y Minería & Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos, La Paz – Bolivia.
- Swaine, M.; D. Lieberman, F. Putz. 1987. The dynamics of tree population in tropical forests: a review. *Journal of Tropical Ecology* 3: 359-366.

- Valdivia, A. 2009. Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. Universidad Nacional Autónoma de Costa Rica. Bosque 30(1):36–47.
- UNESCO. 1980. Ecosistemas de los Bosques Tropicales. Organización de las Naciones Unidas Para la Educación, la Ciencia Y la Cultura. Paris. 126– 163.
- Uslar, Y., B. Mostacedo, M. Saldías. 2003. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. Documento Técnico. 28p.
- Uzquiano, J. 2008. Aspectos estructurales y florísticos de un bosque seco subandino al sur del Área Natural de Manejo Integrado Madidi La Paz – Bolivia. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés.137p.
- Terborgh, J. 1992. Diversity and the tropical rain forest. Scientific American Library. New York. 243p.
- Valerio J., C. Salas. 1998. Selección de prácticas silviculturales para bosques tropicales. Manual Técnico. Santa Cruz – Bolivia. 75p.
- Villegas, Z. 2009. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas. Instituto boliviano de Investigación Forestal (IBIF). Santa Cruz – Bolivia. 36p.
- Williams, G. 1996. Crecimiento diamétrico de árboles caducifolios y perenifolios del bosque mesófilo de montaña en los alrededores de Xalapa. En: Madera y Bosques 2(2): 53–65.
- Whitmore, T.C. 1984. Tropical rain forest of the far East. Englan, Clarendon Press.

ANEXOS

ANEXO 4

Listado del Índice de Valor de Importancia en Familias

Parcela de fondo de valle

Familia	Abundancia relativa	Diversidad relativa	Dominancia relativa	IVIF
Achatocarpaceae	2,31481481	2,43902439	0,40311984	1,71898635
Annonaceae	8,10185185	2,43902439	2,15360936	4,2314952
Apocynaceae	0,23148148	2,43902439	0,83677987	1,16909525
Bignonaceae	0,23148148	2,43902439	0,02614929	0,89888505
Cactaceae	1,38888889	2,43902439	0,19539584	1,34110304
Cannabaceae	2,08333333	2,43902439	2,99606697	2,50614157
Capparaceae	7,17592593	2,43902439	2,50613218	4,04036083
Celastraceae	0,23148148	2,43902439	0,02666454	0,8990568
Euphorbiaceae	0,69444444	4,87804878	0,61142193	2,06130505
Fabaceae	31,712963	17,0731707	58,0596777	35,6152705
Lecythidaceae	0,46296296	2,43902439	1,30960853	1,4038653
Malvaceae Juss.	2,77777778	7,31707317	8,24447423	6,11310839
Meliaceae Juss.	4,62962963	7,31707317	0,82629652	4,25766644
Moraceae Gaudich.	0,23148148	2,43902439	0,03927169	0,90325919
Myrtaceae Juss.	0,69444444	4,87804878	0,09477987	1,88909103
Nyctaginaceae Juss.	1,85185185	9,75609756	1,42634788	4,34476576
Opilaceae	0,23148148	2,43902439	0,04786497	0,90612361
Phytolaccaceae R. Br.	12,037037	2,43902439	12,4231123	8,96639123
Polygonaceae Juss.	0,23148148	2,43902439	0,02513388	0,89854659
Rubiaceae Juss.	5,78703704	2,43902439	2,01697152	3,41434432
Salicaceae Mirb.	2,08333333	2,43902439	0,41581497	1,64605756
Sapindaceae Juss.	1,15740741	2,43902439	1,05493192	1,55045457
Sapotaceae Juss.	0,23148148	2,43902439	0,11084043	0,92711543
Ulmaceae Mirb.	8,10185185	4,87804878	2,90702014	5,29564026
Urticaceae Juss.	5,32407407	2,43902439	1,24251363	3,0018707
TOTAL GENERAL	100	100	100	100

Listado del Índice de Valor de Importancia en Familias

Parcela de ladera

Familia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Diversidad relativa	IVIF
Achatocarpaceae	1,47783251	0,46824972	2,12765957	1,35791393
Anacardiaceae	0,65681445	4,04525068	4,25531915	2,98579476
Annonaceae	34,4827586	14,5419155	2,12765957	17,0507779
Apocynaceae	4,26929392	9,86954043	4,25531915	6,1313845
Cactaceae	1,3136289	0,43906161	2,12765957	1,29345003
Cannabaceae	0,49261084	0,64133114	2,12765957	1,08720052
Capparaceae	2,29885057	1,12892026	4,25531915	2,56102999
Celastraceae	0,65681445	0,27159779	2,12765957	1,0186906
Erythroxylaceae	0,65681445	0,17863719	2,12765957	0,98770374
Euphorbiaceae	0,82101806	0,46352716	2,12765957	1,1374016
Fabaceae	25,2873563	38,8257679	27,6595745	30,5908996
Lauraceae	0,32840722	0,21357309	2,12765957	0,88987996
Malvaceae	3,77668309	7,22035213	4,25531915	5,08411812
Meliaceae	4,92610837	1,71620394	4,25531915	3,63254382
Myrtaceae	2,13464696	1,41064341	8,5106383	4,01864289
Nyctaginaceae	0,16420361	0,06748936	2,12765957	0,78645085
Phytolaccaceae	2,29885057	9,66005524	2,12765957	4,6955218
Polygonaceae	3,61247947	1,41972401	4,25531915	3,09584088
Rubiaceae	1,64203612	0,68718003	8,5106383	3,61328482
Salicaceae	1,3136289	0,70309224	2,12765957	1,38146024
Sapindaceae	0,16420361	0,03254695	2,12765957	0,77480338
Ulmaceae	1,3136289	3,68026918	2,12765957	2,37385255
Urticaceae	5,91133005	2,31507108	2,12765957	3,45135357
TOTAL GENERAL	100	100	100	100

Listado del Índice de Valor de Importancia en Familias

Parcela de cima

Familia	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Diversidad relativa	IVIF
Achatocarpaceae	0,17301038	0,02499855	1,85185185	0,68328693
Anacardiaceae	11,5916955	21,3427991	3,7037037	12,2127328
Annonaceae	0,51903114	0,10652882	1,85185185	0,82580394
Apocynaceae	8,13148789	6,62660049	7,40740741	7,3884986
Cactaceae	0,69204152	0,1499388	1,85185185	0,89794406
Calophyllaceae	0,17301038	0,06161892	1,85185185	0,69549372
Capparaceae	0,51903114	0,42830015	1,85185185	0,93306105
Celastraceae	0,17301038	0,03720784	1,85185185	0,68735669
Clusiaceae	0,34602076	0,07395821	1,85185185	0,75727694
Fabaceae	31,4878893	43,7333499	24,0740741	33,0984377
Lauraceae	7,78546713	2,12079694	1,85185185	3,91937197
Lecythidaceae	4,67128028	9,22158742	1,85185185	5,24823985
Malpighiaceae	2,07612457	1,10003117	3,7037037	2,29328648
Malvaceae	2,24913495	3,80069196	5,55555556	3,86846082
Meliaceae	4,15224913	1,98293744	5,55555556	3,89691404
Moraceae	0,69204152	0,29500288	1,85185185	0,94629875
Myrtaceae	14,3598616	4,0361883	9,25925926	9,21843638
Nyctaginaceae	0,69204152	0,21589497	1,85185185	0,91992945
Opiliaceae	0,34602076	0,10758626	1,85185185	0,76848629
Polygonaceae	0,69204152	0,15723588	1,85185185	0,90037642
Primulaceae	0,34602076	0,06281885	1,85185185	0,75356382
Rubiaceae	2,24913495	1,27336611	5,55555556	3,02601887
Salicaceae	4,15224913	1,619966	1,85185185	2,54135566
Sapindaceae	0,51903114	0,51645503	3,7037037	1,57972996
Ulmaceae	0,17301038	0,62496374	1,85185185	0,88327532
Urticaceae	1,03806228	0,2791763	1,85185185	1,05636348
TOTAL GENERAL	100	100	100	100

ANEXO 5

Lista de especies y datos de biomasa de la parcela de fondo de valle

Familia	Genero	Especie	Chave et al. 2005	IBIF 2009
Meliaceae	Trichilia	Trichilia pleeana	605,47	557,24
Achatocarpaceae	Achatocarpus	Achatocarpus praecox	817,25	752,48
Phytolaccaceae	Gallesia	Gallesia integrifolia	39341,66	44184,45
Celastraceae	Maytenus	Maytenus cardenasii	51,96	43,11
Rubiaceae	Simira	Simira rubescens	6606,25	4448,36
Fabaceae	Senegalia	Senegalia polyphylla	15373,05	11900,14
Malvaceae	Pseudobombax	Pseudobombax septenatum	101,94	246,24
Malvaceae	Ceiba	Ceiba speciosa	23382,94	40863,64
Sapindaceae	Sapindus	Sapindus saponaria	4431,80	3501,82
Fabaceae	Anadenanthera	Anadenanthera colubrina	330202,53	183598,57
Fabaceae	Lonchocarpus	Lonchocarpus leucanthus	250,62	188,74
Nyctaginaceae	Bougainvillea	Bougainvillea modesta	4514,82	4488,76
Fabaceae	Machaerium	Machaerium scleroxylon	5776,18	3680,59
Meliaceae	Trichilia	Trichilia clausenii	667,84	598,82
Ulmaceae	Ampelocera	Ampelocera ruizii	305,84	275,83
Malvaceae	Luehea	Luehea splendens	733,91	790,42
Salicaceae	Casearia	Casearia gossypiosperma	929,00	802,94
Cactaceae	Brasiliopuntia	Brasiliopuntia brasiliensis	307,53	347,07
Urticaceae	Urera	Urera baccifera	724,05	2847,36
Nyctaginaceae	Neea	Neea hermaphrodita	48,83	43,44
Fabaceae	Sweetia	Sweetia fruticosa	708,03	512,15
Capparaceae	Capparidastrum	Capparidastrum coimbranum	6797,89	5956,19
Ulmaceae	Phyllostylon	Phyllostylon rhamnoides	9696,56	6903,86

Fabaceae	Myroxylon	Myroxylon peruiferum	20595,53	12536,09
Annonaceae	Oxandra	Oxandra espintana	5019,80	4582,28
Euphorbiaceae	Omphalea	Omphalea diandra	266,85	305,62
Meliaceae	Trichilia	Trichilia elegans	484,55	441,34
Fabaceae	Platymiscium	Platymiscium pubescens subsp. fragrans	1558,44	982,47
Cannabaceae	Celtis	Celtis loxensis	12354,07	10406,82
Nyctaginaceae	Neea	Neea	83,41	72,53
Myrtaceae	Eugenia	Eugenia uniflora	154,01	107,46
Moraceae	Ficus	Ficus obtusifolia	49,79	75,01
Euphorbiaceae	Hura	Hura crepitans	1159,92	1873,13
Sapotaceae	Chrysophyllum	Chrysophyllum gonocarpum	361,95	257,47
Lauraceae	Coccoloba	Coccoloba	40,85	40,73
Myrtaceae	Eugenia	Eugenia egensis	65,49	50,56
Lecythidaceae	Cariniana	Cariniana ianeirensis	5257,14	5208,88
Nyctaginaceae	Guapira	Guapira	58,43	61,25
Apocynaceae	Aspidosperma	Aspidosperma cylindrocarpon	3985,25	3356,85
Opilaceae	Agonandra	Agonandra peruviana	129,11	88,48
		Total	504000,55	357979,16
		Mg/ ha	504	358

Lista de especies y datos de biomasa de la parcela de ladera

Familia	Genero	Especie	Chave et al. 2005	IBIF 2009
Euphorbiaceae	Pachystroma	Pachystroma longifolium	820,61	846,30
Annonaceae	Oxandra	Oxandra espintana	25089,22	22888,33
Apocynaceae	Aspidosperma	Aspidosperma cylindrocarpon	30123,81	25131,63
Fabaceae	Machaerium	Machaerium scleroxylon	23103,54	13984,30
Urticaceae	Urera	Urera baccifera	1002,21	3940,79
Cactaceae	Brasiliopuntia	Brasiliopuntia brasiliensis	588,63	651,46
Myrtaceae	Campomanesia	Campomanesia aromatica	2240,03	1380,71
Fabaceae	Myroxylon	Myroxylon peruiferum	9164,93	5641,79
Meliaceae	Trichilia	Trichilia elegans	2774,61	2454,81
Rubiaceae	Ixora	Ixora brevifolia	1222,30	743,94
Lauraceae	Coccoloba	Coccoloba	2221,56	2116,54
Fabaceae	Senegalia	Senegalia loretensis	13806,73	10701,39
Malvaceae	Ceiba	Ceiba boliviana	9140,25	23844,12
Fabaceae	Amburana	Amburana cearensis	93,85	106,67
Phytolaccaceae	Gallesia	Gallesia integrifolia	28049,71	31473,29
Fabaceae	Senegalia	Senegalia tenuifolia	1440,71	1186,26
Capparaceae	Cynophalla	Cynophalla polyantha	1498,19	1318,46
Salicaceae	Casearia	Casearia gossypiosperma	1435,17	1192,66
Fabaceae	Anadenanthera	Anadenanthera colubrina	91656,81	49617,96
Anacardiaceae	Myracrodruon	Myracrodruon urundeuva	7030,30	5836,10
Celastraceae	Maytenus	Maytenus cardenasii	538,33	419,91
Anacardiaceae	Schinopsis	Schinopsis brasiliensis	13467,82	5433,60
Fabaceae	Copaifera	Copaifera reticulata	6289,15	5493,86
Erythroxylaceae	Erythroxylum	Erythroxylum subtrotundum	331,46	234,94

Polygonaceae	Ruprechtia	Ruprechtia apetala	509,39	429,47
Apocynaceae	Tabernaemontana	Tabernaemontana cymosa	53,06	69,37
Achatocarpaceae	Achatocarpus	Achatocarpus praecox	738,93	675,00
Fabaceae	Sweetia	Sweetia fruticosa	535,52	376,32
Ulmaceae	Phyllostylon	Phyllostylon rhamnoides	14640,71	9826,60
Malvaceae	Pseudobombax	Pseudobombax septenatum	941,36	2266,82
Fabaceae	Piptadenia	Piptadenia gonoacantha	1984,92	1529,62
Fabaceae	Platymiscium	Platymiscium pubescens subsp. fragrans	88,36	63,44
Rubiaceae	Guettarda	Guettarda pohliana	99,44	80,46
Cannabaceae	Celtis	Celtis loxensis	1859,26	1553,46
Meliaceae	Trichilia	Trichilia clausenii	79,11	70,97
Myrtaceae	Eugenia	Eugenia egensis	755,20	567,48
Sapindaceae	Allophylus	Allophylus edulis	32,06	41,50
Rubiaceae	Pogonopus	Pogonopus tubulosus	83,47	75,47
Capparaceae	Capparidastrum	Capparidastrum coimbranum	605,34	546,33
Myrtaceae	Eugenia	Eugenia florida	496,48	392,30
Rubiaceae	Simira	Simira rubescens	186,00	127,79
Myrtaceae	Eugenia	Eugenia uniflora	303,30	194,64
Fabaceae	Machaerium	Machaerium pilosum	1208,25	759,83
Nyctaginaceae	Guapira	Guapira	101,40	103,50
		Total	298431,50	236390,20
		Mg/ha	298	236

Lista de especies y datos de biomasa de la parcela de cima

Familia	Genero	Especie	Chave <i>et al.</i>	
			2005	IBIF 2009
Cactaceae	Brasiliopuntia	Brasiliopuntia brasiliensis	249,33	280,82
Salicaceae	Casearia	Casearia gossypiosperma	4258,23	3605,78
Fabaceae	Machaerium	Machaerium acutifolium	3075,78	1320,08
Fabaceae	Hymenaea	Hymenaea courbaril	30109,78	18997,86
Myrtaceae	Siphoneugena	Siphoneugena occidentalis	8269,94	5923,71
Fabaceae	Anadenanthera	Anadenanthera colubrina	126932,37	72341,29
Anacardiaceae	Myracrodruon	Myracrodruon urundeuva	63322,46	54280,36
Fabaceae	Copaifera	Copaifera reticulata	24818,35	22799,82
Fabaceae	Platymiscium	Platymiscium pinnatum	9985,65	7179,35
Lauraceae	Ocotea	Ocotea rubrinervis	3740,52	4293,51
Fabaceae	Machaerium	Machaerium pilosum	664,96	459,29
Apocynaceae	Aspidosperma	Aspidosperma cylindrocarpon	2432,01	2196,23
Fabaceae	Apuleia	Apuleia leiocarpa	16762,60	10756,16
Lecythidaceae	Cariniana	Cariniana estrellensis	37940,34	32506,33
Myrtaceae	Blepharocalyx	Blepharocalyx salicifolius	866,11	702,35
Fabaceae	Senegalia	Senegalia lorentensis	660,95	543,46
Malpighiaceae	Byrsonima	Byrsonima spicata	2836,29	2624,34
Urticaceae	Urera	Urera baccifera	151,34	598,19
Apocynaceae	Aspidosperma	Aspidosperma macrocarpon	21132,90	15897,48
Rubiaceae	Simira	Simira rubescens	1247,68	865,21
Meliaceae	Trichilia	Trichilia elegans	137,94	125,89
Myrtaceae	Myrciaria	Myrciaria floribunda	238,26	179,76
Rubiaceae	Ixora	Ixora brevifolia	3048,91	1789,21
Malvaceae	Pseudobombax	Pseudobombax septenatum	397,91	966,87
Moraceae	Ficus	Ficus citrifolia	511,25	749,42
Anacardiaceae	Schinopsis	Schinopsis brasiliensis	44366,40	14577,67
Myrtaceae	Eugenia	Eugenia uniflora	827,20	552,39
Nyctaginaceae	Guapira	Guapira	433,51	445,79
Meliaceae	Trichilia	Trichilia pleeana	4768,97	4385,40
Malpighiaceae	Bunchosia	Bunchosia	185,71	168,87
Fabaceae	Amburana	Amburana cearensis	487,84	562,48
Celastraceae	Maytenus	Maytenus cardenasii	81,47	66,69
Primulaceae	Myrsine	Myrsine latifolia	129,39	108,50
Fabaceae	Pterocarpus	Pterocarpus rohrii	581,67	742,29
Malvaceae	Pterygota	Pterygota amazonica	955,45	945,80
Fabaceae	Sweetia	Sweetia fruticosa	2786,57	1803,46
Rubiaceae	Coutarea	Coutarea hexandra	350,62	331,53

Sapindaceae	Dilodendron	Dilodendron bipinnatum Radlk.	605,10	521,89
Calophyllaceae	Kielmeyera	Kielmeyera paniculata	131,20	130,09
Myrtaceae	Eugenia	Eugenia	777,04	589,01
Opilaceae	Agonandra	Agonandra peruviana	304,32	208,40
Apocynaceae	Forsteronia	Forsteronia australis	62,81	58,13
Fabaceae	Myroxylon	Myroxylon peruiferum	575,58	367,47
Meliaceae	Trichilia	Trichilia clausenii	204,88	178,86
Capparaceae	Capparidastrum	Capparidastrum coimbranum	1418,17	1222,42
Malvaceae	Ceiba	Ceiba speciosa	10390,11	19962,15
Annonaceae	Oxandra	Oxandra espintana	202,67	192,87
Clusiaceae	Garcinia	Garcinia gardneriana	155,27	133,26
Fabaceae	Bauhinia	Bauhinia	147,63	135,19
Achatocarpaceae	Achatocarpus	Achatocarpus praecox	42,74	40,73
Apocynaceae	Tabernaemontana	Tabernaemontana cymosa	643,60	807,04
Sapindaceae	Sapindus	Sapindus saponaria	1090,29	888,63
Ulmaceae	Ampelocera	Ampelocera ruizii	2852,02	2371,90
Lauraceae	Coccoloba	Coccoloba peruviana	301,81	295,04
		Total	439651,91	314776,73
		Mg/ha	440	315



Paisaje del bosque semideciduo de la región Madidi



Remediación de parcelas permanentes



Equipo de trabajo



Campamento